2020年3月5日発行・発売（毎月5日発行・発売） 第56巻4号 通巻674号 ISSN0288-1977

TOPICS
天文ガイド協賛
日食ツアー参加者募集

TOPICS
マサが行く！
ほっこりアストロ鍋

FEATURE
キヤノン RF レンズ
テストレポート

4
2020 APR.

月刊 天文ガイド

星空を楽しむ・宇宙を知る Monthly Astronomical Magazine

今後の予想と超新星爆発シミュレーション

ベテルギウスの減光と超新星爆発

DIMMING OF BETELGEUSE

TEST REPORT
キヤノンEOS4種を比較
Ra×R×R（IR改造）×6D（IR改造）

FEATURE
宇宙マイクロ波背景放射の発見

POLARIE U

星空雲台ポラリエU

UNIQUE & USEFUL

©Teruyasu Kitayama

“20%以上の大幅な軽量化と耐荷重の向上”※1

回転軸を支える2つの軸受け間距離を従来比約4倍にするなど構造の見直しにより、従来品より本体重量20%以上を削減しながら搭載力の大幅な向上を実現しました。※1

星景写真・星野写真撮影時の使用で耐荷重2.5kg(不動点より10cmで約2.5kg)、またポラリエ用マルチ雲台ベースやスライド雲台プレートDDなどの強化オプション(別売)の併用により最大約6.5kg(不動点より10cmで約6.5kg)程度までの搭載に対応します。

さらに、タイムラプス撮影時の使用では耐荷重10kg(不動点より10cmで約10kg)を実現、大型機材にも対応します。※2

※1：星空雲台ポラリエとの比較において
※2：タイムラプス撮影使用時、ポラリエUに装備の水準器にて水平設置した場合。

“5つの追尾速度モード”

●星景撮影モード(1/2倍速追尾)→星空の入った風景撮影に。
星の日周運動を追尾する半分の速度で動作するため、星を点像に写しながら風景も流れないように撮影できます。広角レンズでの撮影向け。

●星追尾モード(恒星時追尾)→星座、天の川、星雲などの星空・天体撮影に。
星の日周運動に合わせて動作するため、暗い星までもしっかり撮影できます。広角～標準レンズでの撮影向け。

●太陽追尾モード → 神秘的な日食の撮影に。

●月追尾モード →月の撮影に。

●カスタムモード→任意設定※した天体追尾速度で動作します。

※予め外部設定モードで任意の速度に設定する必要があります。
(初期設定は4倍速)Wi-Fi接続できる通信端末と
アプリケーションソフトウェアが必要です。

“スマートフォンでのカスタマイズ設定”

アプリを使った通信機能を搭載することで、スマートフォンやタブレット端末から各種カスタマイズ設定が可能。星空撮影時は細かな追尾速度の設定(カスタムモード)、タイムラプス設定時はインターバルタイム・露光時間・回転速度の設定が可能となり、多彩な撮影をお楽しみいただけます。

※アプリ画面(イメージ)は開発段階のものです。
今後仕様が変更となる場合があります。

星空雲台ポラリエ U(WT)
¥62,000(税別) NEW

www.vixen.co.jp

“カメラと連動したSMS(シュート・ムーブ・シュート)機能搭載”

タイムラプス撮影時に露出中の動作を止め、露出終了後にまた動作させるSMS機能が可能に。日中・夜間を問わず一枚一枚の精度が高いタイムラプス・ローテイターとしても使用できます。

また、SMS機能やインターバル撮影時にカメラのシャッターを制御するカメラ端子(レリーズ端子)を装備。バルブ機能と有線レリーズ端子を装備したカメラであれば、ポラリエUとレリーズを連動することにより、これらの設定がスマートフォンから手軽にできます。

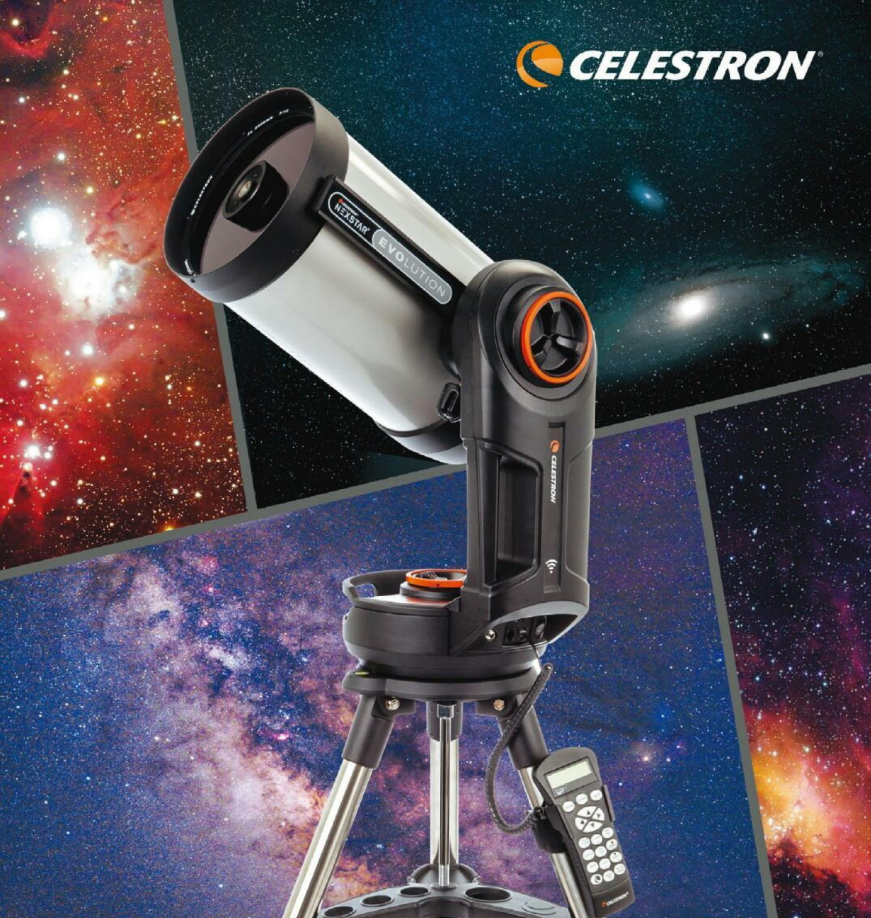
※この機能を使用するにはスマートフォンなどWi-Fi接続できる通信端末とアプリケーションソフトウェアが必要です。また、カメラとポラリエUを接続するケーブルが別途必要です。

“オートガイダー端子を搭載”

市販のオートガイダーによる制御に対応しています。(赤経方向の動作のみ)

星空雲台ポラリエ U(WT)仕様

項目	仕様
微動	ウォームホイルによる全周微動、φ58.4mm・歯数144山、 材質:アルミ合金
ウォーム軸	φ9.8mm・材質:真鍮
極軸	φ40mm・材質:アルミ合金
ベアリング数	2個
駆動	パルスモーターによる電動駆動
搭載可能重量	■恒星時駆動での使用時 (1)標準雲台ベース使用の場合約 2.5kg 以下 (モーメント荷重 25kg・cm:回転中心より 10 cm で約 2.5kg) (2)ポラリエ用マルチ雲台ベース、カウンターウェイト等を使用した場合雲台を含めて 6.5kg 以下(カウンターウェイト等を含まず) (モーメント荷重 65kg・cm:回転中心より 10cm で約 6.5kg) ■タイムラプス使用時 約10kg 以下(回転中心より 10cm で約 10kg) (ポラリエ U の水準器により水平設置した場合)
追尾機能	恒星時追尾、0.5 倍速追尾(対恒星時)、太陽追尾(平均速度)、月追尾(平均 速度):北半球・南半球対応、別途スマートフォンによる速度設定可
素通しファインダー	北極星導入用:等倍、実視界約 8.9°(アクセサリーシューに取付け)
極軸望遠鏡	極軸望遠鏡 PF-LII(別売)対応(極望アーム PU(別売)併用)
水平出し	タイムラプス用水準器装備
方位目盛	タイムラプス用方位目盛装備。5 度間隔
三脚取付	3/8インチカメラネジ穴×2 箇所(1/4-3/8変換AD ネジ×1個付属) 薄型アタッチメントプレート規格に対応
カメラ端子(レリーズ端子)	φ2.5mm 三極ステレオミニジャック ピンアサイン:センターから順にシャッター全押し、半押し、COMMON
オートガイダー端子	6 極 6 芯モジュラージャック(外部オートガイダー用)
外部電源端子	USB Type-C
動作電源(市販品)	単三電池×4 本:アルカリ乾電池、Ni-MH 充電池、Ni-Cd 充電池に対応 外部電源：USB Type-C 型対応外部電源に対応
動作電圧・消費電流	単三電池：DC 4.8~6.0V 最大 0.5A(2.5kg 搭載時) 外部電源：DC 4.4~5.25V 最大 0.5A(2.5kg 搭載時)
連続動作時間	約 7 時間(20°C、2.5kg 搭載時:アルカリ乾電池使用) 外部電源利用時は電源に依存
動作温度	0~40°C
大きさ / 重さ	88.5×72×110.5mm(除・突起部) / 約 575g(電池別)
付属品	素通しファインダー、指標シール、3/8→1/4 インチ変換アダプターネジ
別売オプション	極軸望遠鏡 PF-LII、極望アーム PU、極軸微動雲台 DX、ポーラメーター

※製品の仕様は予告なく変更になる場合がございます。ご了承下さい。

Re : Start –再始動–

株式会社ビクセンは、再び米国セレストロン製品を取り扱います。

ビクセンの技と最新テクノロジーのセレストロン製品が創り出す新たな天体観測をプロデュースします。

取扱製品について詳しくは、ビクセンWebページをご覧ください。
https://www.vixen.co.jp

Nikon

Nikon WXオーナーシリーズ

\こだわりのポイント/

WX 10×50でじっくり観望するときは、かつてネットオークションで購入した双眼鏡用架台を使用。2.5kgのカウンターウェイトを袋に入れ吊り下げ、クランプ・ネジを程よく締めればフリーストップ状態で操作可能。

国内の優良観測地で WXの性能を究めたい

「良い双眼鏡は、こういう夕闇が迫る薄暮の時間帯に見たとき、微妙な明暗の判別とかで違いが出るんですよ。収差の有無だけでなく、ヌケの良さや、色がどう出るのかもポイントですね」。双眼鏡について語り出したら止まらない、所有台数が70台以上という自他ともに認める双眼鏡マニアの石石石さん。WXとの出会いは2016年のジャパンバードフェスティバル（千葉県我孫子市）で見た試作機だ。当時、天文ファンの間では「こんなすごい双眼鏡が本当に発売されるのか？」と疑問視されていたが、石石石さんは「翌2017年はニコン100周年、創業時の主力製品は双眼鏡なのだから必ず世に出るはず」と確信していた。発売と同時にWX 10×50を発注、そして“手持ち双眼鏡派”ということもあり、迷わずWX 7×50も追加発注。数ある所有双眼鏡の中で、今はこのWX2台が 星見の主役になっている。観望スタイルは、首都圏在住のため、普段は自宅のベランダで 惑星や月を高倍率観望、天の川や星雲・星団を見る場合は、西伊豆、富士山、長野県原村など、季節と目的に合わせて観測地を選び遠征する。WX 10×50と7×50を同時に持って行くことは稀で、その日の観望対象と他の望遠鏡との組み合わせでどちらを持って行くか選択する。重量バランスが良いのでWX 7×50のときは手持ち観望が多いが、WX 10×50のときは、以前ネットで入手済のシーソー式の双眼鏡用架台を使う。この架台は、カウンターウェイトでバランスが取れるためフリーストップ状態で、手持ちに近い感覚で軽快に星空散歩を楽しめる。WXの魅力、それは圧倒的に優秀な性能だ。「こだわり抜いて作られているので、パッと見たときに広大な視野全域でヌケが良く、しかも最周辺まで極めてシャープ、こんな双眼鏡は他にありませんね。天の川を流して見ると、他の機種に比べてはるかに臨場感が高いです。よく重いと言われますが、この卓越した性能の割には軽く小さく仕上げられており、まさに日本の匠の技です」と石石石さん。入手後海外遠征するチャンスはまだないが、GWに九州最南端・大隅半島へ遠征した際、全天最大の球状星団（満月ほどの視直径）ケンタウルス座オメガ星団をWX 10×50で見たときの感動は忘れられないという。「思わず、おおっ！と唸りました。眼前に巨大な球状星団が浮かんでいる不思議な感覚は言葉になりません」。今後も、奥会津や紀伊半島南部など、国内最良級の観測地でWXの性能を究めてみたい、天の川や星雲・星団を思う存分楽しみたい…と抱負を語っていただいた。

※現在発売されているWXシリーズには三脚アダプター「TRA-5」が同梱されております。前モデル「TRA-4」からさらに振動に強くなり、安定感が増しました。

TRA-5

Profile

石石石さん（首都圏在住）

双眼鏡所有台数70台以上の自他ともに認める双眼鏡マニア。ハンドルネーム「石石石」の名で双眼鏡ファンの間で知られる。双眼鏡の他、大口径屈折望遠鏡やドブソニアン、最近では双眼望遠鏡も所有する眼視観望派。主に西伊豆、富士山、長野県原村などに遠征し、銀河や星雲・星団など星空散歩を楽しむ。

超広視界双眼鏡 WX シリーズ。

WX 7×50 IF / 10×50 IF

WX 7×50 IF　希望小売価格：640,000円（税抜）／WX 10×50 IF　希望小売価格：670,000円（税抜）

すでにWXをご購入くださったオーナー様へのご案内

振動に強くさらに安定感を増した、長時間の観察などに便利な三脚アダプター TRA-5を、2019年6月より発売しております。　希望小売価格：18,000円（税抜）

本製品は「全国のニコンプラザ（銀座・新宿・名古屋・大阪）」にて体験いただけます。（https://www.nikon-image.com/support/showroom/）

ニコンカスタマーサポートセンター 0570-02-8000

一般電話から市内通話料金でご利用いただけます。営業時間 9:30〜18:00（年末年始、夏期休業等を除く毎日）●ナビダイヤルがご利用いただけない場合は、(03) 6702-0577におかけください。●ファクシミリでのご相談は、(03) 5977-7499へご送信ください。

株式会社 ニコンビジョン
株式会社 ニコン イメージング ジャパン
https://www.nikon-image.com/sp/wx/index.html

Monthly Astronomical Magazine

2月19日のオリオン座
撮影：沼澤茂美
2月19日21時52分に撮影したオリオン座．この後30分でオリオン座は雲に包まれてしまった．昨年の暮れからベテルギウスの減光が話題になっている．2月12日には本当にベラトリックスよりも暗くなった印象を受けたが，この日はやや明るくなったと感じた．観測者のデータでも明るさが復調していることが確認されていた．
シグマ14mm F1.8 DG HSM Art（絞り開放）
ソニーα7RIII（ISO1600） 露出30秒 恒星時追尾
Leeソフト#3フィルターをレンズ背面に装着

4

2020 APRIL

デジタル版
特典動画

CONTENTS

表紙構成／Planet Plan Design Works　レイアウト／Planet Plan Design Works，plus alpha・中野有希，尾崎由佳
編集協力／竹本宗一郎・（株）ZERO，中野博子，青柳敏史，鶴見祐子，中村友紀　写真／井川俊彦

2020 APRIL

4 月

3月						
SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

5月						
SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24/31	25	26	27	28	29	30

SUNDAY	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY
			1 上弦	2	3	4
5	6	7	8 満月	9	10	11
12	13	14	15 下弦	16	17	18
19	20	21	22	23 新月	24	25
26	27	28	29 昭和の日	30		

天文現象カレンダー

月齢は正午の値

日	曜日	月齢	4月の天文現象
1	水	7.7	◐上弦 火星と土星が最接近（東京00°54′）
2	木	8.7	
3	金	9.7	
4	土	10.7	清明（太陽黄経15°） 金星とプレヤデス星団が大接近（東京00°15′） 水星と海王星が最接近（東京01°20′）
5	日	11.7	小惑星ジュノーが衝（9.5等）
6	月	12.7	
7	火	13.7	
8	水	14.7	○満月（今年のスーパームーン） 準惑星マケマケが衝（17.1等）
9	木	15.7	
10	金	16.7	
11	土	17.7	
12	日	18.7	
13	月	19.7	
14	火	20.7	小惑星パラスが西矩（10.2等）
15	水	21.7	◑下弦 月が木星に最接近（東京02°32′） 月が土星に最接近（東京02°39′）
16	木	22.7	春の土用（太陽黄経27°） 月が火星に最接近（東京02°09′）
17	金	23.7	
18	土	24.7	
19	日	25.7	穀雨（太陽黄経30°） 準惑星の冥王星が西矩（14.3等） 月が海王星に最接近（東京04°12′）
20	月	26.7	木星が西矩（−2.3等，視直径39″.3）
21	火	27.7	
22	水	28.7	4月こと座流星群が極大 （出現期間4月16日～4月25日） 月が水星に最接近（東京03°37′）
23	木	0.0	●新月 月が天王星に最接近（東京03°55′）
24	金	1.0	
25	土	2.0	
26	日	3.0	土星が西矩（0.6等，環視長径38″.1，環視短径13″.4，視直径16″.8） 天王星が合（太陽の北00°.5，光度5.9等，視直径03″.4）
27	月	4.0	準惑星ハウメアが衝（17.3等） 月が金星に最接近（東京06°42′）
28	火	5.0	金星が最大光度（−4.5等，視直径36″.5）
29	水	6.0	昭和の日
30	木	7.0	

各地の日出没時刻

場所	4月	日出時刻	日没時刻
札幌	1日	5時17分	18時01分
	16日	4時51分	18時18分
	26日	4時36分	18時30分
仙台	1日	5時22分	18時00分
	16日	4時59分	18時14分
	26日	4時46分	18時23分
東京	1日	5時28分	18時03分
	16日	5時07分	18時15分
	26日	4時55分	18時24分
大阪	1日	5時45分	18時19分
	16日	5時25分	18時31分
	26日	5時13分	18時39分
福岡	1日	6時06分	18時39分
	16日	5時47分	18時50分
	26日	5時35分	18時58分
那覇	1日	6時20分	18時46分
	16日	6時05分	18時54分
	26日	5時56分	18時59分

もしベテルギウスが超新星爆発をしたら?

オリオン座が夜空に見える時期にベテルギウスが超新星爆発した場合のシミュレーション．満月が一点に集中したような輝きを放ち，夜空は満月の夜のような明るさになると考えられる．ベテルギウスが見える空では半年以上は微光天体が見えないかもしれない（図：沼澤茂美）．

Dimming of Betelgeuse

ベテルギウスの減光と超新星爆発

2019 年秋から暗くなりはじめ，1 等星の座から陥落してしまったといっても過言ではないオリオン座のベテルギウス．超新星爆発の前兆か？ ともささやかれているが，今後の動向は果たしてどうなるのか…．ここでは今回の減光の経緯と今後の動向予想を紹介する．そして，もしベテルギウスが超新星爆発を起こしたら，どのような光景を見ることになるのか，ビジュアルなシミュレーションで紹介しよう．

ベテルギウスが減光！？

塚田 健（平塚市博物館）：文

晩年をむかえた星・ベテルギウス

狩人・オリオンの右肩に位置するベテルギウスは，全天21ある1等星のうちの一つで，冬の大三角の一角を担っている．明るく赤いその輝きは市街地の夜空でも容易に見つけることができる．ベテルギウスは，その見た目からもわかるとおり，表面温度が低い（3,500 K）赤い星だ（スペクトル型はM1-2）．恒星本来の明るさを示す光度階級はIa-Ib，すなわち超巨星で，ベテルギウスはいわゆる赤色超巨星となる．半径は太陽の1400倍にもなり，もし太陽系の太陽の位置にベテルギウスを置いたとすると，その外層は，火星軌道はおろか木星軌道をも超えるほどだ．加えて地球からの距離が約642光年と“比較的”近いため，見かけの大きさ（視直径）がもっとも大きい星としても知られている．1920年にはすでに干渉計を用いてベテルギウスの視直径が測定され，1995年にはハッブル宇宙望遠鏡によって干渉計を用いずに円盤状の姿を直接とらえることに成功している．

オリオン座全景．三ツ星を挟み2つの1等星ベテルギウスとリゲルが輝く．1等星を2つも持つ星座はほかにケンタウルス座とみなみじゅうじ座しかなく，日本のほとんどの地域ではそれらは見ることができないため，実質，1等星を持つ唯一の星座といえる．（図：藤井 旭）

ベテルギウスは，晩年をむかえた恒星の終末期の星であると考えられている．恒星の多くは晩年をむかえると外層が大きく膨張し，表面温度が低下し赤くなるが，ベテルギウスはすでにその段階に達しているのだ．年齢は800万～1000万歳ほどと考えられており，太陽の年齢が約50億歳であることを考えるとまだまだ若いように感じるかもしれない．だが恒星は質量が大きいほど寿命が短く，太陽の20倍もの質量を持つベテルギウスの寿命は1000万年ほどで，その生涯の9割を過ぎたとみられている．このような大質量星は，一生の最期に大爆発（Ⅱ型超新星爆発）を起こすと考えられており，しばしばベテルギウスの超新星爆発が迫っていると話題になるが，それは明日かもしれないし10万年後かもしれない．あくまで天文学的なスケールにおいての“まもなく”なのだ（ベテルギウスが爆発した場合どうなるかについてはp.12から紹介）．実際，ベテルギウスは非常に不安定な星で，アルマ望遠鏡でとらえた過去最高の解像度の画像を見ると形状が歪んでおり，中心から物質が湧き出しているのか周囲より温度が高い領域も見られる（右上写真）．

50年ぶりの減光？

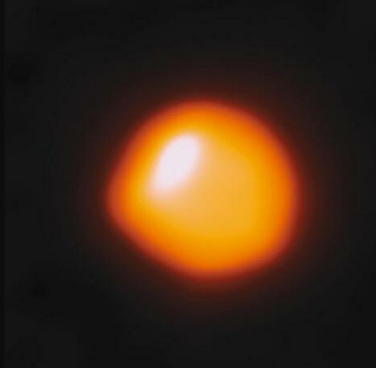
ここ数ヵ月，ベテルギウスが暗くなっていると話題になっているわけだが，実はベテルギウスはもともとおよそ0等から1.3等の範囲で明るさが変わる変光星だ．星自体が膨張と収縮を繰り返して明るさが変わる「脈動変光星」の一種で，中でも準規則的に変光する「半規則型変光星」に分類される．変光周期はいくつか知られ，

主なものに約1.16年と5.9年がある．つまり，ベテルギウスの明るさが変わること自体は決して珍しいことではなく，2006年にも1.2等ほどにまで暗くなっている．

では，なぜ今回の減光が騒ぎ（?）になっているのかといえば，減光幅が非常に大きく，1.5等を下回るほど暗くなっているからだ．ふだんの明るさが0等台であることを考えると，1〜1.5等も暗いことになる．もはやその輝きは1等星のものではなく，隣に輝くオリオン座のベラトリクス（1.64等）やふたご座のカストル（1.58等）と同等の明るさにまで落ち込んでしまっている．とはいえ，ここまで暗くなることも初めてというわけではなく，1945年ごろにもベテルギウスは同様の減光を起こしている．その原因は必ずしも明らかにされているわけではないが，先にのべた2つの減光周期の極小時期が重なったためという考えがある．ならば，それぞれの周期の減光理由はなにかと問われれば，1.16年周期の方は脈動によって生じていると考えられているが，5.9年周期やその他の変光周期については明らかにされていない．

ベテルギウスの変光理由として考えられるものとしては，自転や内部からの対流によるホットスポットの生成，表面付近で生成されたダストによる掩蔽などがある．実際，今回は分光観測から酸化チタン分子（TiO）による吸収が深くなっていることが確認されていて，ベテルギウスの表面温度が低下していることを示している．恒星の明るさは半径の2乗に比例し，表面温度の4乗に比例する（シュテファン・ボルツマンの法則）ため，温度の寄与は大きい．今回の減光については酸化チタンによる吸収と表面温度の低下が減光の直接的な原因であろうが，その根本的な理由はわかっていないのが実情なのだ．なお，ベテルギウスの自転周期は8.4年で，それに相当する変光周期は確認されていない．

前述したように，ベテルギウスが晩年をむかえ，いつ超新星爆発を起こしてもおかしくない星であることから，今回の減光がその前兆なのではないかと少なからず騒がれているようだ．だが，その可能性はまったくない，とは言い切れないものの，小さいというのが多数の天文学者の見解のようだ．だが，今後の継続した観測が重要なのはまちがいなく，ベテルギウスの明るさの変化は注意深く見守っていく必要がある．1月の下旬には一時，増光に転じたという報告もあったが，結局のところ今だ減光した状態が続いているようだ．

夜空は常に変わらず，星はいつも同じように輝き続けていると思われがちだが，時としてこのような，誰の目にも明らかな変化が見られることがある．ベテルギウスのような大質量星の生涯の終末期にどのようなことが起こるのか，その詳細は謎に包まれている．今回のベテルギウスの減光は，そのことを解き明かす絶好の機会なのかもしれない．

アルマ望遠鏡が視力4000を超える超高解像度でとらえたベテルギウス．形状が球でないことがわかる．また明るい部分が周囲より温度が高い領域（ホットスポット）．（画像：ALMA（ESO/NAOJ/NRAO）/E. O'Gorman/P. Kervella）

ベテルギウスの基礎データ

別名	オリオン座α星／オリオン座58番星／メンカブ
赤経	$05^h55^m10^s.30536$(2000.0)
赤緯	+07°24′25.″4304(2000.0)
距離：	約642光年
スペクトル型	M1-2Ia-Ib
質量	太陽の約20倍(初期質量)
半径	太陽の約1400倍
変光星タイプ	SRc
光度	0.0~1.3等
周期	2335日+430日

ベテルギウスがもし超新星爆発をしたら？

沼澤茂美：文・図

過去の超新星から類推する

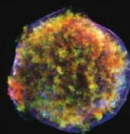
異常な減光を示している赤色超巨星ベテルギウス．もしも超新星爆発したら，私たちはどのような景観を目撃するのだろうか？さまざまな状況をシミュレートしてみた．

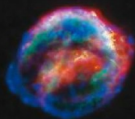
ベテルギウスが超新星爆発した場合はII型超新星として観測されるだろう．この種の星は太陽の8倍以上の重さの星が一生の終わりに大爆発する現象だ．Ⅱ型超新星は，爆発後の光度曲線の形からL型とP型の2タイプ（実際には特殊なn型とb型もある）が存在する．L型の場合，ピークは絶対等級（32.6光年の距離にあったとした場合の明るさ）で－17.5等，ピーク後ほぼ一定の割合で暗くなっていく．一方，P型の場合，ピーク時の絶対等級は爆発した元の星の直径によって異なるがおよそ－16.5等くらい．暗くなっていく途中で一度減光速度が落ち，その後再び暗くなっていく．L型になるかP型になるかは，爆発した元の星の質量によるともいわれているが，詳しいメカニズムは不明だ．

現在記録に残っている超新星爆発の例としては1054年のかに星雲の超新星（SN 1054），1572年のティコの新星，1604年のケプラーの星，そして，1987年に大マゼラン銀河に出現したSN 1987Aがよく知られている（右上写真）．

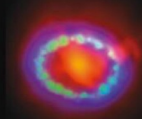
もし，ベテルギウスがかに星雲を作った超新星（以後SN 1054）と同じような規模の爆発を起こしたとしよう．SN 1054は23日間昼間の空で輝きその後630日の間，肉眼で夜空に見えていたと記録されている．もっとも明るいときには金星の約4倍の明るさで輝いて見えたというから－6等になったと考えられる．かに星雲までの距離は6500光年で，ベテルギウスまでの距離（642.5光年）の約10倍だから，明るさは距離の2乗に反比例するので単純計算すると，ベテルギウスが爆発したときの明るさはSN 1054の100倍になる．地球上からは－11～12等級で観測されるだろう（満月の明るさは－12.5等）．

かに星雲

1054年におうし座に出現した超新星の残骸．この超新星はⅡ型で，ピーク時には金星の4倍の明るさとなり，数週間の間，昼間でも見ることができ，その後約2年間にわたって夜空に輝いた．
（画像:NASA，ESA，J.Hester and A.Loll (Arizona State University)）

ティコの超新星残骸

1572年にカシオペヤ座に出現した超新星の残骸．Ⅰa型超新星で，ピーク時の明るさは－4等，約16ヵ月間肉眼で見えた．ティコ・ブラーエが詳しく観測し，記録したことから，「ティコの新星」とよばれる．
（画像:NASA/CXC/Chinese Academy of Sciences/F. Lu et al）

ケプラーの超新星残骸

1604年にへびつかい座に出現した超新星の残骸．Ⅰa型超新星で，ピーク時の明るさは－3等，約18ヵ月にわたって肉眼で見えた．ケプラーが発見したことから「ケプラーの星」とよばれる．
（画像:NASA/CXC/NCSU/S.Reynolds et al.）

SNR1987A

1987年に大マゼラン銀河に出現した超新星SN 1987Aの残骸．Ⅱ-pec型超新星で，ピーク時の明るさは2.9等．約9ヵ月にわたって肉眼で見えた．この光の輪は，爆発の衝撃波によって輝いている．
（画像:ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/A.Angelich. Visible light image:the NASA/ESA Hubble Space Telescope. X-Ray image:The NASA Chandra X-Ray Observatory）

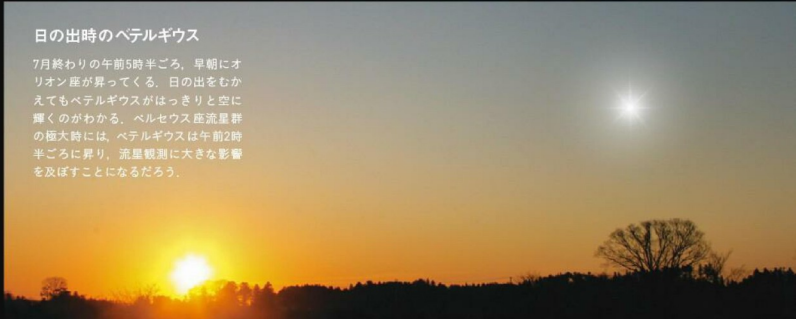
月夜の超新星

冬の夜に月とともに輝く超新星の様子をシミュレートしてみた．超新星の輝きは，ほぼ点像に見えるが，明るい月2つ分の明るさで，空も地上景色も明るく見えるにちがいない．

春の夕空に輝く超新星

今年の5月25日夕刻なら，夕空に輝く三日月とともに，金星の1000倍以上の明るさで輝く様子を目にするだろう．太陽が沈む前でも，ベテルギウスは昼間の空にはっきりと見ることができる．

日の出時のベテルギウス

7月終わりの午前5時半ごろ，早朝にオリオン座が昇ってくる．日の出をむかえてもベテルギウスがはっきりと空に輝くのがわかる．ペルセウス座流星群の極大時には，ベテルギウスは午前2時半ごろに昇り，流星観測に大きな影響を及ぼすことになるだろう．

ベテルギウスのないオリオン座

超新星爆発後の明るいベテルギウスは約半年間続く，その後はしだいに減光していき，数年後にはその姿はオリオン座から消えてしまう．ベテルギウスのないオリオン座を，私たちはどんな思いで眺めるのだろう．

皆既月食と超新星

2022年11月8日の皆既月食のときにベテルギウスが超新星爆発を起こしていたなら，皆既の間も空が暗くなることはない．微光星はもとより，しだいに細くなってゆく月は，空に同化してゆき，赤銅色の月を確認できなくなるかもしれない．

皆既日食と超新星

2023年4月20日は，オーストラリアやインドネシアで継続時間の短い皆既日食が見られる．ふだんの皆既日食なら，皆既中の注目を集めるのは美しいコロナの輝きだが，低い空のベテルギウスの輝きはそれに勝るにちがいない．

次にもっとも近年の超新星爆発SN 1987Aと同じ規模だったらと考えてみよう．SN 1987Aは爆発直後にチリのラス・カンパナス天文台の口径1mスウォープ望遠鏡のナイトアシスタントをしていたオスカー・デュハルデが休憩中に天文台から外に出て，大マゼラン銀河の一角に見慣れない星を見つけた．これが肉眼で最初の発見で，このときの明るさは5等だった．その89日後に最大光度2.9等となった．大マゼラン銀河までの距離は16万8000光年なので，計算するとSN1987A（Ⅱ-pec型）と同規模の爆発がベテルギウスの距離で起こると，地球からは－9等前後の明るさに見える．ただ，SN 1987Aは，爆発時に赤色超巨星の段階を経て収縮した後に青色化してから爆発したため，通常より暗かったと考えられている．

実際にベテルギウスが超新星爆発した場合，ピーク時の明るさは研究者によって見解にかなり差がある．上記のように過去の例から推測すると－12等前後と満月の明るさ程度が予測されるが，研究者によっては－17.5等程度，または空に太陽が2つ輝くほどになる，という研究者もいる．

もしもベテルギウスが超新星爆発したら？

ここでは，もしベテルギウスが大爆発して満月程度の明るさになった場合を想定して，私たちがどのような光景を目にするかシミュレートしてみよう．

もしそれがオリオン座の見える時期，つまり春の宵や夏の明け方に起こったとすれば，私たちはオリオン座に満月と同じくらいの明るい光を見ることになる．しかし満月は大きさがあるが，超新星は点光源なので，はるかにまばゆいにちがいない．もし輝き出す瞬間を見ることができれば，赤い星・ベテルギウスの光がみるみる増して青白い光に変わってゆくだろう．空は満月に照らされたように明るくなり，もし月があれば空の明るさはさらに増して，暗い星の光をかき消すにちがいない（p.7タイトルページの図）．

もしそれがオリオン座の見えない時期，つまり太陽に近い方向のころに起こったなら，昼間の空には金星の1000倍の明るさの星がはっきりと見えるだろう．それは3～4ヵ月続くと思われる．

その後ベテルギウスは減光し始める．ゆっくりと暗くなってゆき，4年後には肉眼で見えなくなるだろう．私たちが見慣れたオリオン座はその形を大きく変えてしまう（p.12図）．

もし，ベテルギウスが超新星爆発したとしても，幸いそれは地球から650光年彼方の出来事のため，爆発によって放出されるX線，ガンマ線，衝撃波などの影響はないと考えられている．

ベテルギウスは少なくとも100万年以内，おそらく10万年後くらいに超新星爆発をするという考えが大勢を占めているが，今そのイベントを目撃する可能性もないとはいえない．超新星爆発が起こると，星の中心部からは大量のニュートリノと光が放出されるが，光は周囲のガスなどと相互作用し，なかなか星の外へ出てこられないのに対して，ニュートリノはほとんど相互作用することなく宇宙へ飛び出す．ニュートリノは質量を持つため，光速では進めないが，それに近い速度で地球に到達する．その結果，超新星が空に輝く約3時間前にはニュートリノが地球に到達する．日本のスーパーカミオカンデをはじめとしたニュートリノ望遠鏡でこれがキャッチされると，その情報は1時間以内に世界の天文台へと発信され，世界中の望遠鏡が超新星へと向けられるのだ．私たちもベテルギウスが増光する瞬間を目撃できるかもしれない．

2月12日のオリオン座

オレンジ色のベテルギウスが，反対側の肩に輝く1.65等星ベラトリックスとほぼ同じ明るさに見える．このときの光度は1.6等で，対角方向に輝く1等星リゲルとの明るさの差が際立っている．

Part3 ベテルギウスの光度変化と今後

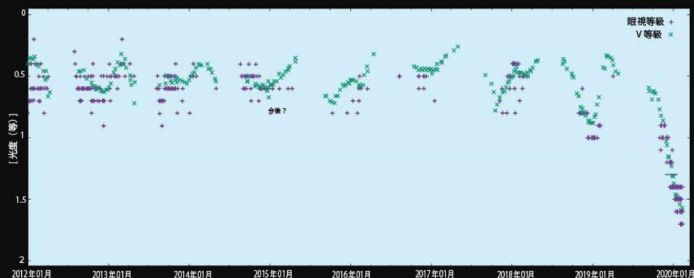
大島誠人（変光星ガイド執筆／兵庫県立大学西はりま天文台）：文・図

変光星・ベテルギウス

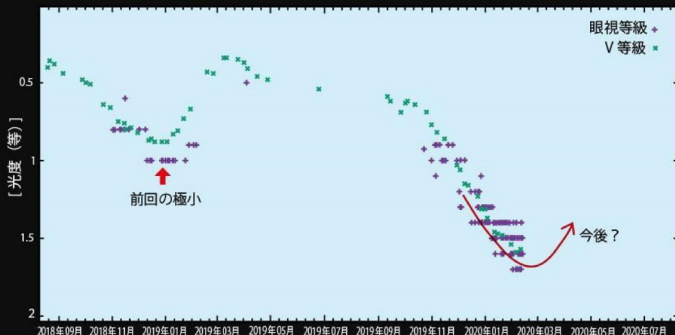
変光星は，その種類やメカニズムは多岐にわたる．そのうちの一つ，脈動変光星は星が膨張収縮したり，表面が波打ったりすることで明るさを変える天体で，ベテルギウスはこのグループに属す．脈動変光星にもさまざまなタイプがあり，変光する等級幅や周期などもタイプにより異なる．ここでは詳しい分類については省略して実際の光度曲線を見てみよう（下図）．およそ1年くらいの周期で0.5等くらいの振動を示している．

『天文年鑑2020年版』では0.0〜1.3等の変光範囲と2335日という変光周期が紹介されている．変光範囲は毎回多少ちがうのでその含みがあるとしても，周期2335日は約7年．光度曲線に見られる変動にくらべ，ずいぶん長い．実はベテルギウスの変光には複数の脈動周期が重なっている．『天文年鑑』のデータの出典元「変光星総合カタログ」にも“メインの変光に，周期200〜400日程度の変動が重なっている”という注釈が付いているが，この周期は一定せず，また変動がはっきり見られない時期もあるので正確に明記しにくいが，最近は400日くらいの周期のようだ．

前述のようにこの変光幅は0.5等くらいなので，眼視観測でも変光はとらえられるが，誰でも見てわかるほどの変化ではない．ところが，これに先ほどの2335日周期が加わるため，ときおり深い極小が起こる．今回の暗いベテルギウスは，この深い極小に相当するようだ．カタログの周期にしたがえば前回は2013年ごろに深い極小があったはずなのだが，光度曲線を見ても読み取れない．ちょうど夏のシーズンオフにあたっていたのかもしれないし，周期性がやや不明瞭な星のため，深い極小はなかったのかもしれない．それ以前の2006年9月にもかなり暗くなっており，当時の本誌「変光星ガイド」でも紹介している．

2019年秋からゆっくりと減光していく様子が観測されている．これは通常どおりで，シーズン・オフの時期に極大にあたっていたようだ．ところが0.7等を割ったあたりから急速に減光の度合いが進み，12月半ばには1.2等まで暗くなった．ここ最近は0.8等あたりで極小となることが多く，

2012年以降のベテルギウスの光度変化

日本変光星観測者連盟（VSOLJ）に報告された観測から作成．なおV等級はCCDや光電測光を用いて550nm付近（緑に相当）で測った光度．人間の目の感度がもっとも高い波長に近いので「眼視光度」ともよばれるが，人間の目はより広い波長の光をまとめて受けているので，必ずしも「眼視で観測する明るさの正解＝光電測光」ではない．

2018年からの光度の変化と今後の予想.

この時点でかなり暗くなっていたことがわかる.

明けて2020年もさらに減光が続き，1月の後半には1.5等くらいの光度を報告する観測者も現われ始め，オリオン座の星座の形自体にも違和感を覚えるレベルとなった.

前述の「変光星カタログ」での極小光度は1.3等．この値がどこから取られたかは定かではないが，1926年に1.25等まで暗くなったという記録がある．今回はこれらをいずれも下回っており，はっきり残っている記録ではもっとも暗くなったことになる.

では今後はどのように推移するのだろうか．ニュースなどでは大げさに語られることもあるが，今回の変光はまだ通常の脈動変光の範疇のように思われる．そのため，このまま消えてしまうというようなことはおそらくなく，しばらくすれば，ふたたび増光に転じるはずだ.

ベテルギウスの前回の極小は，2018年12月ごろなので，そこから400日ほど後と考えると2月ごろに極小ということになる．今回の減光について精力的に情報を発信しているEdward Guinan氏によれば，変光周期を430日として，2月21（±7）日ごろが極小になるのではないかということだ．もしこの予想が正しければ，本号発売のころにはやや明るくなりつつあると思われる．一方，もし減光を続けている場合は通常の脈動以外の原因が減光に寄与している可能性もある.

ベテルギウスの光度の観測

今後の変化を肉眼で確認するだけでもよいが，せっかくなのでぜひ光度を見積もってみよう．ベテルギウスは1等星．明るい星なので観測は簡単と言いたいところだが，じつはそうでもない．星の明るさを見積もるためには他の星との明るさをくらべる必要がある．方法はいくつかあるが，今回紹介するのは「比例法」で，これは，変光星より少し明るい星と少し暗い星とを視野に並べて見くらべ，光度を見積もる方法だ（右ページ囲み記事参照）.

この方法では比較する星（比較星）が2つ必要だ．しかしベテルギウスは1等星のため，比較星として使える星があまりない．さらに，比較星は変光していない星であることも重要．実は，変光範囲が小さいのであまり取り上げられないが1等星でも変光星は多く，たとえば同じオリオン座の1等星・リゲルも変光星だ．ただし変光幅は狭く（0.05等），肉眼では明るさの変化はほとんどわからない.

幸い冬の空は1等星が多いので，右ページの星図では変光星として登録されていない星を選んで光度を示した（なお，星の色も近いほうがよ

いがここでは色は考慮していない）．

そのほかの注意点として，できるだけ高度が近い星を比較星に選んだほうがよい．これは低空の星は大気で減光される上，もや・薄雲の影響もあって暗く見えてしまうためだ．極端な例として，今の時期，南の空に低く輝くカノープスを思い浮かべてもらえばわかるだろう．大気減光の大きさは天体の高度によってほぼ決まるので，同じくらいの高さの星を比較星として選ぶことで影響を少なくすることができる．

観測したデータは，ぜひ報告をしてほしい．観測天体名と等級，および観測時刻（○時○分でOK）を記録して，以下の報告先に連絡してほしい．次にベテルギウスの変光がニュースになったとき，その光度曲線の一部はあなたのデータかもしれない．

【報告先】広沢憲治
〒492-8217 愛知県稲沢市稲沢町前田216-4
E-mail: NCB00451@nifty.ne.jp

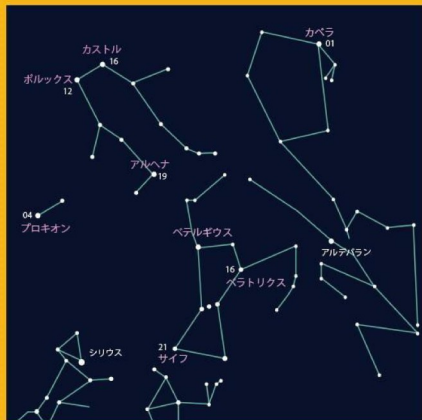
変光星の光度の測り方

変光星（V）より少し明るい星A（4.0等）と少し暗い星B（5.0等）を比較対象として選び，変光星の明るさがABの間のどのあたりに位置づけられるか10段階で見積もる．たとえばちょうど変光星の明るさが中間なら4.5等，7対3でB側に近いなら(4.0×3＋5.0×7) /10＝4.7

で4.7等となる．7:3と8:2のちがいなんてわからない…という方は，4段階くらいで考えてもよい．中間なら2対2．1対3でA側に近い場合は，(4.0×3＋5.0×1) /4＝4.25≒4.3で4.3等となる（小数点以下第2位以下は眼視では精度が出ない可能性が高いので四捨五入）．比較星の光度は，下の変光星図にプロットされている光度を使ってほしい．

Dimming of Betelgeuse

ベテルギウスの変光星図

3月10日20時ごろの空．星図中の数字は比較星光度．小数点が星と紛らわしいため，等級は小数点1位までの値を10倍してあることに注意（16→1.6等）．

十三夜の落月から2日後．月は満月を迎えるとともに，天球上を赤道座標で赤経＋1h40m，赤緯−10°.9ほど移動しました．このため白道と利尻富士の山頂が交差する交点の方位は，十三夜の落月とくらべて約16°南側へズレることになります．この写真はこのズレを考慮し，十三夜の落月を撮影した砂浜海岸から海岸沿いに約7km北上したところから撮影しました．パール富士をはじめとする，月が山頂やランドマークと重なる瞬間は，現象としても美しく，また写真のテーマとしても奥深いものです．月齢の違いはもちろん，被写体への距離や月と重なる瞬間の地平高度，そのときの太陽の地平高度や気象条件等で，同じ対象でもまったく異なる様相を見せてくれます．読者の皆さんもぜひ撮影に挑戦してみてください．（協力：シグマ光機株式会社）

「パール利尻富士」

月のある絶景

瞼に残る十三夜の落月．その余韻が冷めやらぬまま，満月が利尻富士に落ちる瞬間を待ちます．夜空で圧倒的な存在感を放っていた満月と波面に輝く月の道は，薄明を迎え空が白むにつれ，その輝きを失っていきます．そして地表より一足早く日の出を迎えた利尻富士が，まるで一重梅のような美しく淡い紅色に染まり始めたとき，白く輝く満月が利尻富士の山頂に重なりました．パール利尻富士となった瞬間です．

（北海道稚内市にて撮影）

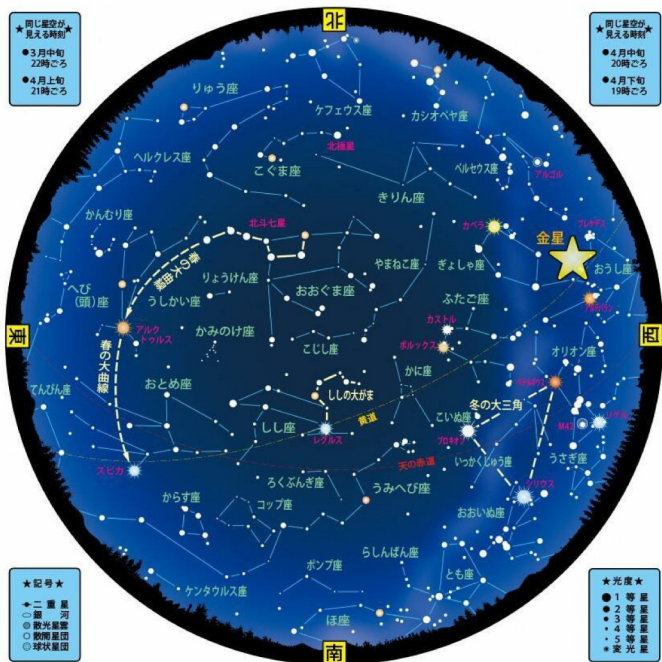
榎本 司：写真・文

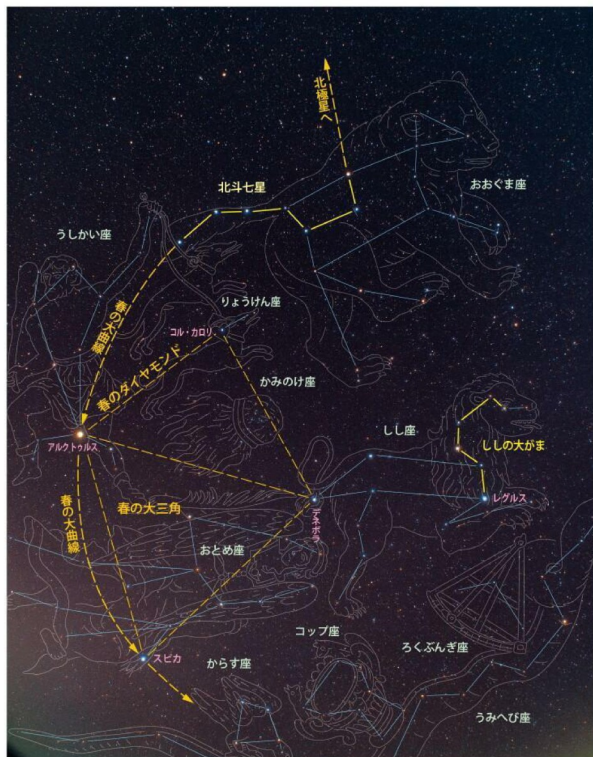
星空のある風景，天体望遠鏡を使った天体のクローズアップ撮影，タイムラプス動画などの天体写真撮影に取り組み，皆既日食やオーロラ，美しい星空絶景を求めて海外遠征も精力的に行なう．著書に『星ごよみ365日』（共著），写真集『月（SKYSCAPE PHOTOBOOK）』（ともに誠文堂新光社）がある．

4 APRIL STAR WATCHING

4月の星空

解説：藤井旭

宵のころの東の空からは，北斗七星からたどる「春の大曲線」に沿って春の星座たちがいっせいに姿を見せ始めてきます．心地よい春の夜風に吹かれながら見上げる春の宵空のなんとすばらしいことでしょうか．そんな夕方の西天で目を引くのは，なんといっても4月28日に最大光度となる宵の明星の金星のすばらしい輝きです．双眼鏡なら4月上旬のころ，おうし座のプレヤデス星団と金星の大接近の様子も見逃せません．同じ西空低いところでは，オリオン座のベテルギウスが減光している様子にも注目してみてほしいものです．なぜなら，これから当分の間オリオン座を見る機会がなくなり，ベテルギウスの減光を目にできなくなるからです．

春の星座たち

この春は，明るい惑星たちがいませんので，星座の形が変形して見えるようなことはありません．いつもどおりの春の星座たちの姿を楽しめるというわけです．ただ，春がすみのシーズンなので，市街地の明るい夜空では淡い星座が見つけにくいことがあるかもしれません．そんな夜空での第一の目じるしは「春の大曲線」ですが，このほかに「春の大三角形」や「春のダイヤモンド」，「ししの大がま」なども利用したいところです．

春の夜空

心なしかうるんで やさしげな春の星ぼしの輝き

春の夜空ではなんといっても北の空高く昇った「北斗七星」の7個の星の輝きが印象的です．中央の星が3等星とやや弱めであるほかは，みんな2等星の明るい星ばかりなので，おぼろげにかすんだ市街地の夜空でもひと目でそれとわかることでしょう．ただ，水を汲むときのひしゃくのような，あるいは料理に使うフライパンのような形は思いのほか大きいことに注意して見た方がよいでしょう．その北斗七星の柄のカーブをそのまま延長していくと，頭上に輝くうしかい座の1等星アルクトゥルスをへて南の空のスピカに届く大きなカーブが描けます．これが，おなじみの「春の大曲線」です．春の星座ウオッチングのよい目じるしなので，春の大曲線を手がかりに次々と星座を見つけていくようにしてください．

4月上旬ごろ

金星とプレヤデス星団が大接近

夕方の西天で宵の明星としてすばらしい輝きを見せてくれている金星が，4月上旬のころおうし座のプレヤデス星団（すばる）に大接近して通り過ぎていきます．金星の明るさが眩しく，この様子は肉眼では少しわかりにくいかもしれませんので，双眼鏡で見ることをおすすめします．美しい光景なので，できればカメラでねらってみるのもよいでしょう．金星もプレヤデス星団も明るいので，数秒の露出で楽に写しだせます．拡大した構図や，引いた構図で風景とともに写すなどの工夫もしてみてください．

金星とプレヤデス星団の接近

両者の接近の様子は，4月3日〜4日がチャンスですが，天候によっては少し離れたときでも充分に楽しめる光景です．なお，次回2028年4月3日〜4日の金星とプレヤデス星団の接近では金星は星団中に入り込んで通過していきます．

4月28日

宵の明星の金星が最大光度

年初のころから，宵の明星として，夕方の西天ですばらしい輝きを見せてくれている金星が，4月28日に−4.5等の最大光度となります．日暮れ前の西空高くひと目でわかり，人々の注目するところとなっています．そればかりではなく，太陽の東側へおよそ40°ばかり離れたあたりに注目すると青空の中でもポツンと光っている姿を見ることができます．もちろん，太陽の光が目に入らないように注意して見るようにしなければなりません．

日没ごろの金星の高度と形の変化

金星が太陽の東側へ46°ほど離れて東方最大離角になるのは3月25日です．そのころ望遠鏡で見る金星の形は上弦の月のように半分に欠けていますが，それ以後は急速に欠けだすと同時に見かけの大きさもどんどん大きくなって，その変化の様子が低倍率でも興味深く眺められるようになっていきます．

3月〜5月

少し暗めながら C/2017 T2 パンスターズ彗星に注目

今年は事前に予報されている明るめの彗星はありませんが，唯一，C/2017 T2パンスターズ彗星が5.8等級まで増光してくれるかもしれないと期待されています．少し暗めなので市街地ではその姿を小口径の望遠鏡で認めるのはむずかしいかもしれませんが，写真ならとらえやすいかもしれませんので，ねらってみるとよいでしょう．ただし，彗星の明るさの予報はあんがいむずかしく，予報どおりになってくれないこともしばしばあります．その点を実際の観測で確かめてみてください．

C/2017 T2 パンスターズ彗星の動き

きりん座の中を通過していきますが，きりん座の星は淡く見つけにくいので，大まかには北極星の近くということで位置の見当を付けるとよいでしょう．4月から5月にかけては北の空で一晩中観測可能となります．C/2017 T2 パンスターズ彗星の地球最接近は5月25日です．

4月22日

4月こと座流星群が極大，月明なく好条件

こと座は夏の星座のイメージがありますが，4月も後半になると，夜ふけの北東の空へ高く昇るようになってきます．そのこと座に輻射点を持つ「4月こと座流星群」が，4月22日の15時ごろピークとなる予想がされています．あいにくの極大時刻ですが，4月23日が新月なので月明かりの心配はまったくなく，その点では好条件といえます．

こと座流星群の輻射点

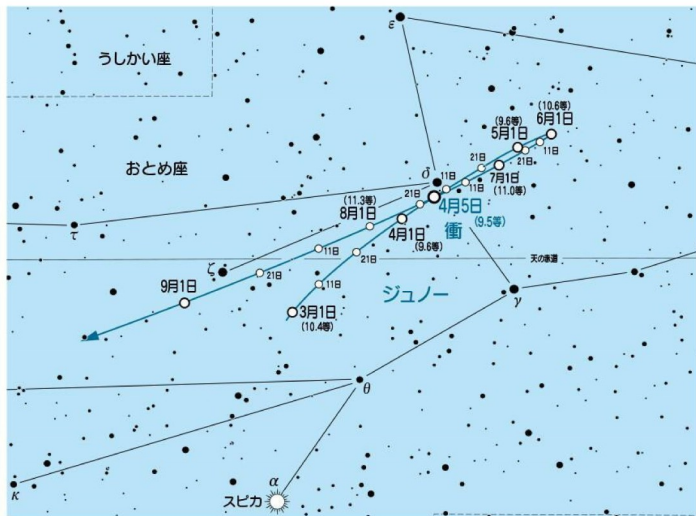
七夕の織女星ベガのすぐ近くに輻射点がありますので，位置はわかりやすいことでしょう．この流星群の出現期間は4月16日から4月25日ごろまでとなっています．数は多くありませんが，ときおり活発な出現が見られています．夜明けが近付くと南東の空から明るい土星と木星が現われ，ごく接近して並ぶのが目を引きます．

おとめ座の中でのジュノーの動き

大まかな位置は，おとめ座の1等星スピカの北より離れたあたりということで見当付けられます．

4月5日

［おとめ座の中ほどで小惑星ジュノーが衝］

小惑星3番ジュノーは，4月5日におとめ座の中ほどで衝となります．といっても明るさが9.5等と暗めなので，その姿をとらえるのは小さな望遠鏡ではむずかしいかもしれません．むしろカメラでねらって何日間隔かで写し，その移動の様子を見てみるとよいかもしれません．4月5日の衝のころは，おとめ座のδ（デルタ）星のすぐ近くにいますので，見つけやすいことでしょう．

小惑星ジュノーの動き

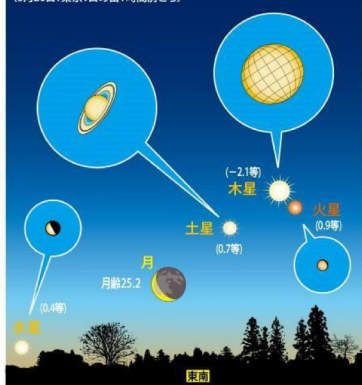
4月5日の衝のころには，おとめ座のδ星のすぐ南にいますので見つけやすく，写真に写すのもこのころがチャンスです．ただし，明るさは9.5等で明るくはありません．

3月20日

にぎやかな明け方の東天

夜明け前の東天には，火星と木星，それに土星が一直線に並んでいて，とてもにぎやかな光景となっています．明るい星ぼしに加え，細い月もいて，早起きして見るだけの価値があるでしょう．すごく低空には3月24日に西方最大離角となる水星もいますので，これも見逃さないようにしてほしいです．

にぎやかな明け方の空

赤い火星と木星が接近して見えるのは3月20日と21日の明け方で，両者の最接近は3月20日の19時35分，間隔は0°.6です．火星の動きは早いので4月1日には土星に近付いていきます．

4月下旬

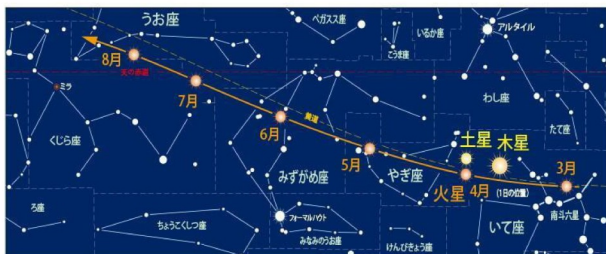
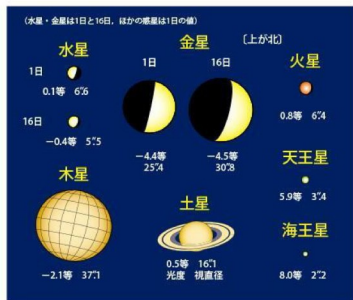
4月20日に木星が，4月26日には土星が相次いで西矩

今年は木星と土星がごく接近して並んで輝くのが目を引きます．そのうち木星が4月20日に太陽の西側へ90°離れて西矩となり，次いで4月26日には土星が西矩となり，いよいよ観測シーズン入りとなります．近くには赤い火星も見えていますので，望遠鏡でこの三惑星を次々に見ることができます．

明け方の東天の眺め

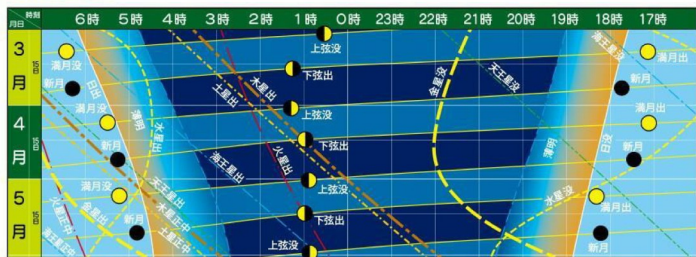
4月20日の東京での薄明始まりごろの様子です．さそり座の赤い1等星アンタレスと木星の間には明るい天の川が見え，夜空の暗い場所ではすばらしい光景となります．

火星の動き

4月初旬ごろの火星は，視直径がまだ6″少々くらいの大きさなので，小口径で表面の模様を見るのは少しむずかしいかもしれません．

4月の惑星の形

4月の惑星の見え方

水星	3月24日に西方最大離角になりますので，明け方の東天に見えます．
金星	3月25日に東方最大離角，4月28日に最大光度になり夕空で見ごろです．
火星	4月1日に土星と最接近します．まだ見かけの大きさも小さい状態です．
木星	4月20日に西矩となり，明け方の南の空で人目を引く存在となります．
土星	4月26日に西矩となり，明け方の南の空で木星と並んで観測シーズン入りです．
天王星	4月26日に太陽に追いつかれて合となりますので見られません．
海王星	3月9日に合となったばかりなので，まだ観測はむずかしいです．
小惑星	小惑星3番ジュノーが，おとめ座で衝となります．光度は9等級です．
月	4月8日に満月となりますが，この満月が今年のスーパームーンです．

4 APRIL STAR WATCHING 4月の星空

天体の出没表

4月の太陽・月・惑星の位置

4月の天文現象

日	曜	月齢	4 月 の 天 文 現 象
1	水	7.7	02時22分：火星(0.8等)と土星(0.7等)が最接近(東京00°54′)
			03時21分：P／2006 W1 ギブス彗星が近日点を通過(周期14.0年)
			18時13分：月が最北(赤緯＋23°36′.6)
			19時21分：◐**上弦**
2	木	8.7	てんびん座RSが極大(7.0～13.0等、周期218日)
			03時58分：P／2004 WR9 リニア彗星が近日点を通過(周期15.3年)
3	金	9.7	おおぐま座Tが極大(6.6～13.5等，周期257日)
			04時45分：こと座βが極小
4	土	10.7	09時23分：水星(0.0等)と海王星(8.0等)が最接近(東京01°20′)
			09時49分：**金星とプレヤデス星団が大接近**(東京00°15′)
			16時38分：**清明** (太陽黄経15°)
⑤	日	11.7	22時02分：**小惑星ジュノーが衝** (9.5等)
6	月	12.7	
7	火	13.7	
8	水	14.7	00時20分：月が赤道通過，南半球へ
			03時09分：月の距離が最近(0.928，35万6907km，視直径33′.5)
			07時07分：210P／クリステンセン彗星が近日点を通過(周期5.6年)
			07時11分：準惑星マケマケが衝(17.1等)
			11時35分：○**満月**(今年のスーパームーン)
			21時51分：P／2005 T2 クリステンセン彗星が近日点を通過(周期7.6年)
9	木	15.7	
10	金	16.7	
11	土	17.7	
⑫	日	18.7	
13	月	19.7	
14	火	20.7	06時00分：月が最南(赤緯−23°47′.8)
			15時07分：小惑星パラスが西矩(10.2等)
15	水	21.7	07時56分：◑**下弦**
			10時49分：月が木星(−2.2等)に最接近(東京02°32′)
			13時01分：313P／ギブス彗星が近日点を通過(周期5.6年)
			18時40分：月が土星(0.6等)に最接近(東京02°39′)
16	木	22.7	03時22分：こと座βが極小
			15時50分：月が火星(0.6等)に最接近(東京02°09′)
			22時06分：**春の土用** (太陽黄経27°)
17	金	23.7	
18	土	24.7	
⑲	日	25.7	02時27分：準惑星の冥王星が西矩(14.3等)
			19時36分：月が海王星(7.9等)に最接近(東京04°12′)
			20時08分：266P／クリステンセン彗星が近日点を通過(周期6.7年)
			23時45分：**穀雨** (太陽黄経30°)
20	月	26.7	10時49分：**木星が西矩**(−2.3等、視直径39″.3)
21	火	27.7	04時00分：月の距離が最遠(1.057，40万6462km，視直径29′.4)
			15時26分：月が赤道通過，北半球へ
22	水	28.7	03時56分：月が水星(−0.8等)に最接近(東京03°37′)
			15時：**4月こと座流星群が極大**(出現期間 4月16日～4月25日)
23	木	0.0	11時26分：●**新月**
			18時54分：月が天王星(5.9等)に最接近(東京03°55′)
24	金	1.0	**パンスターズ彗星(2017 T2)がきりん座で5.8等級**
25	土	2.0	
㉖	日	3.0	ペガスス座Ｓが極大(6.9～13.8等，周期319日)
			12時31分：**土星が西矩** (0.6等，環視長径38″.1，環視短径13″.4，視直径16″.8)
			22時05分：**天王星が合**(太陽の北00°.5，光度5.9等，視直径03″.4)
27	月	4.0	02時18分：月が金星(−4.5等)に最接近(東京06°42′)
			06時20分：124P／ムルコス彗星が近日点を通過(周期6.0年)
			15時19分：準惑星ハウメアが衝(17.3等)
			22時12分：354P／リニア彗星が近日点を通過(周期3.5年)
28	火	5.0	ヘルクレス座Ｔが極大(6.8～13.7等，周期165日)
			うみへび座Tが極大(6.7～13.5等，周期291日)
			03時21分：**金星が最大光度**(−4.5等，視直径36″.5)夕方の西天
29	水	6.0	**昭和の日**
			とかげ座Ｓが極大(7.6～13.9等，周期242日)
			00時22分：月が最北(赤緯＋23°51′.4)
			01時59分：こと座βが極小
30	木	7.0	はと座Ｔが極大(6.6～12.7等，周期229日)

石崎昌春，内藤誠一郎：国立天文台天文情報センター　塚田健：平塚市博物館

明らかになった超高輝度超新星の正体

すばる望遠鏡が撮影した超高輝度超新星SN 2006gy．発見から約100日後（最大光度時）の2006年12月25日には超新星が出現した銀河よりも明るく輝いているが，爆発後約400日後の2007年9月17日には非常に暗くなり，銀河そのものの明るさにほぼ埋もれてしまっている．（画像：Koji Kawabata）

2006年に出現した超新星SN 2006gyは，通常の超新星の10倍以上明るい「超高輝度超新星」とよばれる特異な天体だ．「超高輝度超新星」はそのエネルギー源が謎であり，どのような星が爆発したのかがこれまで特定されていなかった．

京都大学などの研究者からなる研究チームは，SN2006gyの観測データをよりよく説明できる新たな理論モデルを構築し，その正体が従来考えられていたような大質量星の特異な爆発ではなく，白色矮星にガスが流入して核暴走爆発を起こすIa型超新星であることを明らかにした．

このような超新星は，白色矮星と通常の星からなる連星が合体した際に生じると考えられ，その過程を詳細に知るうえで重要な示唆を与える．また「超高輝度超新星」は明るいため遠方の宇宙で発生したものでも検出でき，はるか過去の宇宙における星形成を解明する手がかりになる．そのためには，どのような星が爆発したのかという情報が重要で，今回の成果は「超高輝度超新星」を用いた遠方宇宙の探査における基礎の構築につながると期待されている．

星形成領域と彗星にリンを含む分子を発見

リン（元素記号P）は，生物のDNAや細胞膜に含まれる，生命にとって不可欠な元素だ．そのリンを含む分子が，宇宙のどこで作られ，どのように地球にもたらされたのか，その旅路が明らかにされた．

アルマ望遠鏡の観測からは，リンを含む分子が大質量星の形成と同時に作られることが示された．一般に，若い大質量星から噴き出したガスによって，星を取り巻くガス雲に穴が開くが，この空洞の壁面で，星からの強い放射や衝撃波を受けてリンを含む分子が作られるという．リンを含む分子のうち，もっとも豊富であったのが一酸化リンであった．

アルマ望遠鏡が観測した星形成領域AFGL 5142．中心に大質量原始星が位置している．この原始星から上下方向にガスを噴き出しており，空洞壁を作り出している．リンを含む分子は，とくに下側に向いて開いた空洞壁に沿って分布していることが明らかになった．なお，図の色はガスの速度を表わしており，青，緑，赤の順に速い速度で地球の方向に向かって移動している．（画像：ALMA（ESO/NAOJ/NRAO），Rivilla et al.）

こうした分子を含むガス雲から太陽が生まれると，その過程で一酸化リンが凍り，原始太陽系円盤に含まれる氷や塵の中に閉じ込められる．これらの塵が集まり彗星が形成されれば，彗星が一酸化リンを地球へ運んだ可能性が出てくる．彗星核にリンが含まれることは以前から明らかにされていたが，探査機ロゼッタが取得したチュリュモフ・ゲラシメンコ彗星の観測データを見直したところ，それが彗星で初めて，一酸化リンであることが確かめられた．

これらの一連の研究によって，リンを含む分子が星形成領域で作られて彗星に取り込まれ，地球に運ばれるまでの軌跡が見えてきたといえる．

衝突銀河における超巨大ブラックホールを取り巻くガスのふるまい

衝突し合体しつつある銀河NGC 6240の想像図．青く描かれたガスの左上と右下に，2つの超巨大ブラックホールが描かれている．
(画像：NRAO/AUI/NSF, S. Dagnello)

NGC 6240は現在進行形で衝突合体しつつある2つの銀河だ．それぞれの銀河の中心にあった超巨大ブラックホールは，やがて1つのより大きなブラックホールになるであろう．その様子を観測することは，銀河やブラックホールの成長を理解するための大きな助けになる．

アルマ望遠鏡によってNGC 6240のブラックホールを取り巻く塵やガスが詳しく調べられた．2つのブラックホールの間の領域に，細い糸や泡のような形になったガスの混沌とした流れが発見され，またブラックホールの質量が太陽の数億倍と見積もられた．ガスは予想以上にブラックホールに近い場所にあることも明らかにされた．

今回の観測によって，NGC 6240の3次元構造がよりよく把握できるようになった．このことは，合体が進む最終段階で銀河がどのように進化するかを理解する大きな助けになると考えられている．

二重小惑星を起源とする火球

2017年4月に目撃された火球の母天体が，地球接近小惑星かつ二重小惑星であることが明らかにされた．

火球とはとくに明るい流星のことで，ふつうの流星を含め，その多くは彗星から放出される塵を起源とするが，中には小惑星を起源とするものもあるという．しかし，小惑星からどのようなメカニズムで流星体が放出されるのか，その理解は進んでいない．

国立天文台などの研究者からなる研究チームは，2017年4月29日未明(日本時)に関西地方を中心に目撃された火球の，多地点で観測されたデータを解析し，火球の飛来経路を算出した．その結果，流星体の軌道は地球接近小惑星(164121) 2003 YT1の軌道とほぼ一致することが明らかになった．つまり，火球の元となった流星体は，この小惑星から放出されたと考えることができる．また2003 YT1は大小2つの天体が互いに回り合う二重小惑星でもあり，もともとは1つだった天体が自転の高速化によって2つに分裂したものと考えられている．分裂の時期は過去1万年以内と推定されていて，分裂時に流星体が小惑星から放出されたと考えると，今回求められた軌道ともつじつまが合う．

2003 YT1は，地球への衝突の可能性がある「潜在的に危険な小惑星(Potentially Hazardous Asteroid：PHA)」に分類されている．地球接近小惑星の監視や小惑星からの物質放出の研究は，地球を小天体の衝突から守る，いわゆるプラネタリーディフェンスの観点からも非常に重要だ．本研究の成果は，地球接近小惑星の潜在的な危険性に迫った，重要なものといえる．

板垣さんが一晩で2つの超新星を発見

山形県の板垣公一さんが，2時間で2つの超新星を発見した．

まず1月29.683日(世界時，以下同)に，うみへび座の銀河NGC 3463に17.5等の超新星候補天体を発見した．この天体には2020bijの符号が付けられ，その後の分光観測によってⅡ型超新星らしいことが確認された．

そして約2時間後の1月29.769日には，りょうけん座の銀河NGC 5371に16.7等の超新星候補天体を発見し，2020bioの符号が付けられた．その後の分光観測によって，爆発から間もないⅡ型超新星らしいことが確認されている．

これで，板垣さんによる超新星の発見は151個となり(独立発見を含む)，2001年5月17日に最初の超新星を発見して以来，約19年で150個目を達成したことになる．なお，板垣さんが一晩で複数の超新星を発見したのは2018年11月14日以来のこと．

発見された超新星の位置は以下のとおり(2000年分点，以下同)．

●2020bij
赤経：$10^h55^m11.680^s$
赤緯：$-26°08'24.47''$
●2020bio
赤経：$13^h55^m37.685^s$
赤緯：$+40°28'39.02''$

日本人2人による新星の発見

愛知県の山本稔さんは，1月30.8568日に撮影した画像から，いて座の中に11.5等の新天体を発見した．また，茨城県の櫻井幸夫さんも1月31.841日に，この天体を独立に発見した．その後，岡山県の赤澤秀彦さんによる分光観測によって，この天体は白色矮星の表面に降り積もったガスが熱核暴走を起こして爆発した，典型的な新星であることが示されている．

山本さんによる新星発見は2019年9月以来，櫻井さんによる新星発見は2018年6月以来となる．

発見された新星の位置は以下のとおり．

赤経：$17^h56^m14.04^s$
赤緯：$-29°42'58.0''$

写真・文：津村光則

M81とM82

DATA
M81　赤経 $09^{h}55^{m}.5$
赤緯 +69°04′

M81は，1774年にJ.ボーデがM82とともに発見したので「ボーデの銀河」ともよばれています．暗い空では5cm7倍ファインダーで小さな光芒が2個並んで見えます．M81の渦巻腕は，M51やM101にくらべると見えにくいものです．私は10年ほど前に口径30cmで初めて見ました．先日，和歌山県すさみ町で撮影仲間と口径50cmで観望しましたが，南東から東をまわる腕は比較的見やすかったものの，反対側は淡く，視線をずらせたり望遠鏡を動かすというテクニックが必要でした．150倍では中心が小さく光っているように見えます．M82は明るく見やすい銀河で，背景が明るくても少し倍率を上げると中心の構造を楽しめます．25cmで爆発している部分の暗黒帯はよく見えました．

R.de Grijsさんらのグループは，ハッブル宇宙望遠鏡でM82を観測して，非常に若い球状星団のような星の集団を多数見つけました．この集団はM81とM82が過去に遭遇したことよって起こった激しい星形成で生じたもので，約6億年前から1億年間続いた星形成によると考えられています．M81とM82は，15万光年しか離れておらず，互いに回りあっています．潮汐力によってM82は歪み，中心部で星形成が活発に起こっています．何億年かごとに接近し，20～30億年以内に互いに引きちぎりあい，そして合体して一つの大きな銀河になるだろうと考えられていて，天の川銀河とアンドロメダ銀河の将来のようです．M82の画像では，吹き出す赤いガスが特徴です．M82は，中心で激しく星が生まれているスターバースト銀河の一つとして知られています．大質量の星は生まれてから数百万年もすると一生を終えて超新星爆発を起こします．その爆発の影響で周囲に星が生まれ，連鎖的に星が生まれては超新星爆発を繰り返しています．多くの超新星の爆発で周囲のガスは100万度以上に熱せられ，銀河風として流れ出し，ガスは２万光年ほども噴出しています．

2013年には，野辺山の45m電波望遠鏡で一酸化炭素分子から出る電波でM82が観測されました．その結果，太陽の約10億倍に相当する質量の分子ガスが，毎秒200kmの速度でM82銀河から6000光年も放出されていることがわかりました．

ガスの噴出は，画像で赤く見える部分のさらに先，4万光年先まで届いています．このことは，すばる望遠鏡にHαのナローバンドフィルターを付けて行なった観測から，この銀河風の衝撃波が届いてガスを電離させていることがわかったと京都大学の松林和也さんらは報告しています．

岡本桜子さんらはすばる望遠鏡の超広視野カメラを用いた観測を2015年から始めましたが，M81銀河の外周部分，ハローといわれる淡いところにある恒星を一つ一つ分離してとらえています．その観測から1億年より若い星は銀河の外周にたくさんあることがわかったそうです．それらの恒星が南東にあるNGC3077銀河へと連なって分布する恒星ストリームも観測されました．

M81の北東部から出て銀河の北を回り，西に伸びる弧状の非常に淡い光があります．これはアープのループとよばれ，1965年にパロマのシュミットカメラで撮影した写真からH.C.アープが発見した淡い構造です．A.Sollimaらは，赤外線で観測して，天の川銀河の中にある分子雲も加わっているとしています．

M81のすぐ東にくっ付くように見える淡い青い光芒はM81の伴銀河ホルンベルグ9です．天の川銀河の小マゼラン銀河のようなものです．1959年にS.ファンデンバーグが発見しましたが，10年後にE.ホルンベルグが研究したのでこの名前でよばれます．ハッブル宇宙望遠鏡で観測した画像では2万個以上の星が写っていて，その約10%は誕生から何十億年も経過している年老いた星ですが，大部分は1千万～2億年と若い星です．2～3億年前にM81，M82，NGC3077の銀河が接近したことが原因となってホルンベルグ9で若い星が生まれたと考えられています．

撮影データ
タカハシ ε-180　QSI6120冷却CCDカメラ　アストロドン
LRGBフィルター　総露出645分
2018年3月17日，2019年11月29日，2019年12月28日
和歌山県　護摩壇山およびすさみ町で撮影

M82
アーブのループ
ホルンベルグ9
M81

半田利弘
鹿児島大学理学部物理科学科・大学院理工学研究科 教授
天の川銀河研究センター長

尻尾をつかめ！

相対性理論の限界を天体観測で調べる

半田利弘：文

物理学者や天文学者に求められる能力の一つに“物理的直観”の有無があります．自然現象の解釈や予想を考える際に，詳細な計算で確かめる前に，そのような結果がありそうかを見抜く能力のことです．この能力は，見通しが悪い研究を避ける面でも，うっかりしたミスに容易に気付くことができるという点でも重要です．巷によくある“試験勉強”では，これを軽視しているように感じることがとても気がかりです．

物理的直観を養うには，物理現象についての注意深い観察経験が大切です．多くの日常経験は種々の原因による影響の単純化が不充分ですが，実施している回数が桁違いに多いので，勘所を押さえて注意深く観察すれば，実験室で行なわれる物理学実験に代わる結論を得ることもできるのです．科学の歴史を見ると，ガリレオやニュートンもこの点で長けていたと私は感じています．理科では自然観察が重要といわれますが，日常経験から共通点と相違点を見出し，物理的直観を養うことを意識している必要があるのですが….

とはいえ，日常経験に基づく物理的直観と物理学的事実が相容れないように見えることも実際にはあります．我われが日常的には決して経験できないであろう条件下での物理現象を論ずる場合がそれで，その筆頭が相対性理論でしょう．

現代社会ではニュートン力学の成果を目にすることも多く，今ではその正しさを疑う人はあまりいません．日常経験では，現実とニュートン力学に基づく予想との食い違いが大きくなるような条件がほとんど発生しないからです．けれども，120年ほど前までに実現した精密測定技術を用いた実験が行なわれるようになると，ニュートン力学ではどうしてもうまく説明できない実験事実が認識されるようになります．

相対性理論は，こうした時代背景の下で問題を解決できる考え方として提示されたのですから，短期間に広く受け入れられるようになったのは不思議なことではありません．用いられている仮定や導き出される結論が日常的な感覚に合わないことを根拠に，相対性理論が間違っていると主張する人もいるようですが，相対性理論が提示された時代背景について知れば，主張のやり方が間違っていると気付いてくれるのではと期待します．

相対性理論は，決して論理的必然性が原因で理論だけから導かれたのではなく，数々の実験事実を合理的に説明する方法の一つとして示されたのです．そうした実験の中でとくに有名なのが光速の測定でした．当時，実験室で精密測定が可能となった光の速さが，地球の公転運動の影響を受けていないことがはっきりしたのです．この歴史的経緯を踏まえると，相対性理論を否定するには，それが予想する結果とは食い違う実験や観測の結果を示すべきなのです．

では，本職の物理学者や天文学者は相対性理

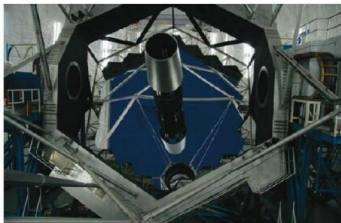



図1：観測に用いられたケック望遠鏡（左上），VLT（上），すばる望遠鏡（左下）．いずれも8m超級の望遠鏡であり，全世界の天文学を結集して行なわれた観測の一つであるといえるだろう．各望遠鏡の公式webページより．（画像提供：Andrew Cooper（ケック），J.L. Dauvergne & G. Hüdepohl（atacamaphoto.com）/ ESO（VLT），国立天文台（すばる））

論をどのように思っているのでしょうか．実は，相対性理論，とくに重力を扱う一般相対性理論には，ライバルの重力理論がいくつも提唱されているのです．その動機は，一般相対論で得られる結論と観測事実との食い違いに対する説明のいくつかに不自然さを感じることにあります．たとえば，銀河の回転曲線の特徴や宇宙膨張を相対性理論に基づいて説明するには，暗黒物質や暗黒エネルギーの存在が必要とされています．しかし，そのような“不自然な存在”を用いずにこれらの観測事実を説明できるようにすることを目論んで新たな重力理論を提唱しているのです．こうした理論を「修正重力理論」と総称します．これらが“正しい理論の候補”とされているのには共通の特徴があります．その理論の中で論理的な矛盾が見つかっていないことと，すでに確認されている実験や観測事実が必要な精度で説明できることです．この2つのどちらかが欠けると“正しい理論の候補”から脱落します．

新理論の内部で論理矛盾がないかを提唱者が発表前に入念に確認しているのは当然として，その理論を多くの研究者が理解できる必要があります．自然現象を説明する方法が理論なのですから，難解過ぎて提唱者以外には理解できないならば，そもそも理論とはよべません．したがって，理論的検討によって新理論の正否が決

図2：恒星S0-2の公転軌道．○が観測点を表わす．白色は過去の論文での値，灰色は再解析の結果，黒色は今回の測定．灰色の点線は公転軌道面と天球面の交線（交点線）で，これより北西（図で右上）側では恒星はこちら側，南東側では向こう側にいる．公転軌道に付けた色は得られた楕円軌道に対する視線速度を表わし，青いほど手前に，赤いほど奥に進む速度が大きい．軌道が交点線と平行となる2点では幾何学的な理由により視線速度の符号が逆転するが，それが見てとれる．掲載論文より．

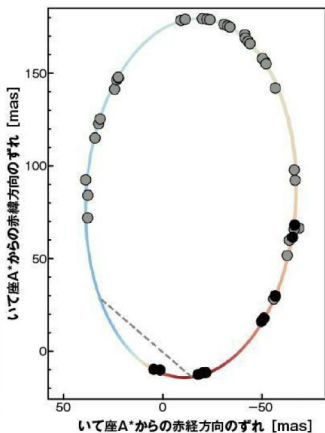
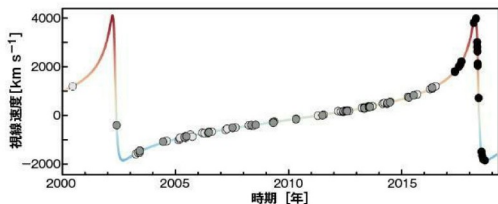



図3：恒星S0-2の視線速度の変化．プロットの種別と曲線に付けられた色は図2と同じ意味．2018年ごろに速度が急変していることがわかる．これは，S0-2が近点を通過するために公転速度が大きくなっていることによる．掲載論文より．

まることはほとんどないのです．実際，論理的整合性の点でいえば，ニュートン力学は今でも完璧な理論であり，相対性理論を導入する必要性はありません．

一方，実験や観測の結果によって理論が否定されることは実際にありました．実験や観測をあらゆる条件で行なうことは不可能ですし，測定には誤差があるからです．測定精度が極端に向上したり，従来確認されていなかった条件下での実験や観測がなされれば，正しいとされていた理論が否定されることはよくあるのです．ニュートン力学に代わって相対性理論が正しい理論とされるようになった理由も，実験結果の説明ができるかどうかにありました．

2015年，重力波望遠鏡LIGOはブラックホール合体で生じたと考えられる重力波を検出しました．2016年6月号で紹介したように，得られた信号の特徴は測定にともなう誤差を考慮すると，一般相対性理論による予想と完全に一致しました．これによって，一般相対性理論は“正しい”重力理論として検証され，生き残ったのです．では，それ以外の修正重力理論はどうだったのでしょうか．一般相対性理論のほかにもLIGOの観測結果を説明できるものがあり，これらの理論も生き残りました．しかし，いくつかの理論は無視できないほど大きな食い違いがあり，これらは“誤っている”と判断されたのです．さらにいえば，一般相対性理論が提唱されるまでは“正しい”とされていたニュートンの重力理論では，LIGOの観測結果はまったく説明できません．ニュートンの重力理論は万有引力の法則ともよばれますが，その枠組みの中ではLIGOが検出した重力波自体が存在し得ないからです．一般相対性理論はニュートンの重力理論の限界の指摘と同時に提案された重力理論ですが，その“改良版”としてあとから提唱された修正重力理論が次々と否定されていく中，多数の実験や観測による検証に耐え，もっとも永く生き残っている理論なのです．

とはいえ，修正重力理論のいくつかも未だ否定されていません．一般相対性理論も含めて，その中から正しい理論を選び出す挑戦はつねに続けられています．その一つとして，『サイエンス』誌に掲載された，カリフォルニア大学のドゥ（Do）を筆頭著者とする論文を

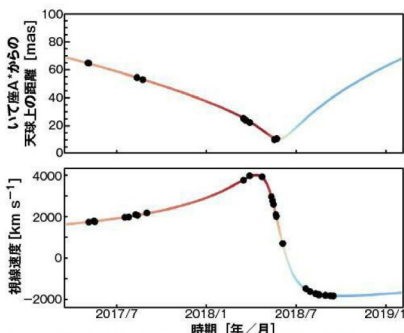



図4：いて座A*への最接近時刻（近点通過時刻）付近での いて座A*からの天球上での距離（上）と視線速度（下）．後者は図3の拡大図である．プロットの種別と曲線に付けられた色は図2と同じ意味．S0-2の場合，近点の位置が視線速度の符号が変わる点に近いため，その前後で視線速度が0を境に大きく変化することがわかる．掲載論文より．

紹介しましょう.

一般相対性理論の検証には，太陽系内では経験できないような強い重力の下で起こる物理現象を調べることが効果的です．地球上で体験するような強さの重力では，一般相対性理論とニュートンの重力理論との差ですら，測定が困難なほど小さいからです．地球からそれなりの距離にあり重力がずっと強い場所の一つが，天の川銀河中心にあるブラックホールいて座A*です．この周囲を16年周期で公転している恒星がS0-2です．この星は2018年5月に，いて座A*から120auの距離まで近付くので，その際にS0-2の運動がどのように変わるのかを精密観測すれば一般相対論が誤っている尻尾をつかめるかも知れません．そこで，日米欧の天文学者が共同し，2018年3〜9月に分光観測を行なうとともに，1995〜2017年までに行なわれた観測データを加えて解析を行ないました．これらの観測には，ケック望遠鏡，ジェミニ北望遠鏡，VLT，すばる望遠鏡など世界に名だたる8〜10m級の望遠鏡が使われています．運動を調べるには，天球上での位置測定と分光観測による視線速度のデータが使われました．装置によるデータの偏りを避けるため，2つの撮像装置，6つの分光器を用いています．また，測定精度を向上させるため，過去に測定されたデータについても今回，改良した手順で再解析を行ない，その結果を利用しています．

図5：観測で求められたS0-2の軌道上での運動に対し，観測された視線速度がニュートン力学に基づく予想からどれほどずれたかを示す．すなわち，ニュートン力学が完全に正しければすべての観測点は縦軸値0の青線と一致する．青点線は相対性理論に基づく予想が完全に正しい場合に予想されるずれ．相対性理論による違いをニュートン力学に対する補正項と考えた場合，その程度が予想のγ倍あると仮定したモデルを当てはめた場合のγの推定値に対し，それが正しい値である確率を図中左上に示した．$\gamma=0.88$で確率最大となり，$0.55<\gamma<1.2$である確率は95%におよぶ．全体の図に示した赤い曲線は$\gamma=0.88$に対応する値で，γが左上図に示した範囲内としたモデルの予測を対応する色の範囲で示した．縦棒で示した誤差範囲を考慮すると，観測点は相対性理論の予想とは誤差範囲で一致しているが，ニュートン力学による予想からは大きくはずれている．掲載論文より．

この連載でも何度か紹介していますが，天の川銀河の中心と太陽系との間には大量の星間物質が存在し星間減光が著しいため，可視光では観測ができません．可視光の典型であるVバンドだと星間減光は30等にもおよびます．星間減光がなければベガ並に明るく見える星があったとしても，すばる望遠鏡の観測限界を下回るほどの暗さになり，事実上，観測ができません．また，銀河中心には多数の恒星が密集しているので，S0-2を周囲の恒星と分けるためには超高分解能観測が必要です．しかし，地上からだと地球大気の揺らぎのため，その実現は困難です．これらの問題を同時に解決するには，より波長が長い近赤外線での観測が有効です．今回の研究も主として波長2μmで観測されました．

こうして求められた軌道に対して，そこを公転している天体が示す視線速度（厳密には，観測される波長のずれを，ニュートン力学が完璧に成り立つと仮定して得られる視線速度に換算した値）を求め，それと観測された視線速度との比較を行なったのです．得られたニュートン力学からのずれは，最接近時付近で200 km s^{-1}近い値となるピークを示し，相対性理論による予想との違いは誤差範囲内であることがわかりました．

論文著者らは，念のために相対性理論とニュ

ートン力学との予想の差を相対性理論による補正項と考え，その寄与を赤方偏移パラメータγとした解析も行なっています．その場合，$\gamma=0.88$が最適値であり，95%の確率で$0.55<\gamma<1.2$であるとわかりました．$\gamma=0$はニュートン力学と同一のモデル，$\gamma=1$は完全に相対性理論と同一のモデルになるので，観測誤差を考えると，この結果は相対性理論からのずれはないと結論づけることができます．

世界最大級の望遠鏡のほぼすべてを動員した今回の観測でも，相対性理論からの有意なずれは見つかりませんでした．これを歓迎するのか残念と思うのかは人によりけりです．とはいえ，相対性理論はどんな場合にまで使ってもよいのかを知ることは，相対性理論がなぜ成立しているのかを知る手がかりとなるはずです．そう考えれば，相対性理論の限界を追求することは，アインシュタインの揚げ足を取るのとは質的に異なる価値があることがおわかりでしょう．相対性理論が提唱されたからといって，近代物理学におけるニュートン力学の価値が損なわれたわけではないという歴史的事実とも一致します．

現代天文学は天体や宇宙での現象を明らかにするばかりでなく，このような物理学の根源に関連する謎に迫る研究という側面も持っているのです．現在も続いているこの挑戦に破れ，相対性理論の限界が見つかる日は果たして来るのでしょうか．どちらかといえば，私は期待してしまう口です．

reference: Do T., et al. (2019) Science 365, 664

用語解説

相対性理論

相対論ともいう．地球が公転運動しているのに真空中の光速を測定するとどの方向でも値が同じであるという実験事実を説明するためにアインシュタインが提唱した特殊相対性理論と，加速度運動による見かけの力と重力とを同一視することで力学の法則に登場する質量と重力の法則に登場する質量がつねに同じであることを説明すると同時に，特殊相対論と矛盾しない重力理論としてアインシュタインが提唱した一般相対論の2つの理論からなる．

真空中の光速c

普遍物理定数の一つで，SI単位での値は厳密に29万9792.458km s^{-1}．光は真空中をこの速さで伝播する．「真空中の光速」という名の定数だが，光が伝播する現象とは直接関係はない．むしろ，電磁波の性質の一つが真空中を速さcで伝播するのだと考える方が現実を理解しやすい．実際，一般相対性理論が正しければ重力波も速さcで伝播するので，cを「真空中の重力波伝播速度」とよぶことにしても物理学上の問題は生じない．

恒星S0-2

いて座A*の周囲を周期16年ほどで公転している恒星．その運動から いて座A*が太陽の400万倍の質量を持つブラックホールであることがわかった．この記事ではハワイのケック望遠鏡を用いて観測していたグループが名付けたS0-2で紹介しているが，欧州南天天文台のVLTを用いて観測していたグループは同じ天体をS2とよんでいる．

2018年5月に近付く

接近現象が2018年5月に観測されること．接近に限らず，その現象が実際に発生したのは，そこからの距離を信号が伝わってくるのに要した時間だけ前になる．宇宙は広大なので，その時間は無視できないほど大きいが，距離が正確にわからなければ，正確に見積もることはできず，それを補正するのは混乱の元となるばかりである．このため，天文学ではとくに必要がない限り，現象が地球で観測された時刻をもってそれが発生した時刻と表現する．

筆頭著者

論文の著者リストの先頭に記載されている人．その論文をまとめるのにもっとも貢献した人になる場合が多いが，共著者があまりに多い場合など共著者間での貢献の度合いに明確な差が付けられない場合などには，姓のアルファベット順とすることもまま見られる．この論文の場合も全著者が姓のアルファベット順となっており，筆頭著者の貢献だけが著しく高いとは言えない可能性もある．

交点線

英語ではline of nodeという．太陽系外の天体を対象とする場合，公転軌道面と天球面が交わる直線のこと．真円軌道の場合，一般に天球上での軌道の形は楕円となり，交点線はその短軸と一致する．しかし，楕円軌道の場合には天球上での軌道の形である楕円の短軸は交点線とは必ずしも一致しないことに注意．なお，太陽系天体の場合，天球面の代わりに赤道面や黄道面と交点軌道面が交わる直線を交点線という．

天体写真マニアの大問題？
純正の天体専用機“EOS Ra”にするか
思い切って“EOS R（IR改造）”にするか
このまま“EOS 6D（IR改造）”でもいいか

Canon EOS Ra

撮影・解説：西條善弘

協力：キヤノンマーケティングジャパン株式会社
https://canon.jp/

※キヤノンRFレンズのテスト記事がp.56のT.G.Factoryにあります.

FRONT VIEW

REAR VIEW

■ キヤノンEOS Ra のおもな仕様

イメージセンサー：単板CMOSセンサー
記録画素数：6720×4480
有効画素数：約3030万画素
画面サイズ：約36.0×24.0mm
画素ピッチ：約5.4μm
画像ファイル形式：JPEG, RAW（14bit）
映像エンジン：DIGIC 8
ISO感度：100～40000
（拡張 50～102400）
シャッター：1/8000～30秒, バルブ
露出補正範囲：±EV3
動画機能：MP4
4K（～29.97p, ～ISO12800）
Full HD（～59.94p, ～ISO25600）
HD（～119.9p, ～ISO25600）
拡張ISO～102400
タイムラプス, HDR
ファインダー：0.76倍, アイポイント23mm
LCD：3.15型, 約210万ドット
ライブビュー最大表示倍率：約30倍
電源：バッテリーパックLP-E6N/LP-E6（1個）, 家庭用電源アクセサリー使用によりAC駆動可能, USB電源アダプター PD-E1によりLP-E6Nのカメラ内充電が可能
メディア：SD／SDHC／SDXC, UHS-Ⅱ, UHS-Ⅰ対応
その他：Wi-Fi, リモートスイッチRS-60E3対応, デジタル端子USB Type-C
外装材質：マグネシウム合金
大きさ：W135.8×H98.3×D84.4mm
重さ：660g（バッテリー, カード含む）
参考税別価格：298,000円同社オンラインショップ
発売年月：2019年12月

赤い散光星雲がよく写る“純正”のフルサイズ・ミラーレス機が発売
気になるのは“IR改造”を施したEOS RやEOS 6Dとの写りの違い

EOS Raは, 通常のEOS Rをベースとして, イメージセンサー前面の赤外（IR）カットフィルターの分光透過特性を変更したスペシャルモデルだ. このカメラを買う人には「赤い散光星雲をよく写したい」という明快な目的があり, そのために通常モデルよりもかなり高い金額を支払うのだ（実勢価格で約10万円も違う）. それでも「EOS RaのHα線の透過率はEOS Rの4倍」と聞くだけで天体写真ファンはワクワクするではないか！ 確かに, EOS Rの透過率は公開されていないので「4倍」は有意な数字ではない. しかし4倍の透過率の違いは写真レンズの絞りに換算して2絞り分に相当するので, その差は大きい.

通常モデルとRaの外観の違いはこのエンブレムだけだ

さらにEOS Raでは, ライブビューを使った恒星像によるピント合わせの正確さを高めるために, 通常モデルでは10倍だったライブビューの最大倍率を30倍に引き上げている. 使ってみると確かに安心感がまるで違う. ただし表示倍率が5倍から30倍に一気に飛ぶので, そのときに目的星を見失いやすい. アップデートで対応可能なら, 中間倍率をぜひ追加してもらいたい. そのほかはEOS Rとだいたい同じなので, 2019年6月号も参照してほしい.

ルーティーンのテスト項目の結果を図1～3に示す. 偽色テスト, ISO 400・25600・51200の画質テスト, ノイズ低減テストは紙数の都合で割愛したが, 割愛項目の傾向はEOS Rとだいたい同じだった.

さて, 実売価格約30万円の天体撮影専用モデルEOS Raの購入を検討するマニア層がもっとも知りたいのは,「EOS Ra 対 ノーマルEOS R 対 EOS R（IR改造）対 EOS 6D（IR改造）」という比較だろう. これら4機種について, 分光スペクトルと星野画像の特性の比較を図4～7に示した.

図1 EOS Raの星野実写テスト画像

バックグラウンドを中灰色に微修整しただけの画像でも，水素輝線を放つHⅡ領域の赤い散光星雲が確認できる．
データ：キヤノンRF85mm F1.2L USM（絞りF2.8）キヤノンEOS Ra（ISO3200 WB/オート JPEG+RAW）露出1分×45コマ 総露出45分 Camera Rawで現像 Photoshop CC，Nik Collection（SilverEfexPro）で画像処理

ISO 800（露出2分）

ISO 1600（露出1分）

ISO 3200（露出30秒）

ISO 6400（露出15秒）

ISO 12800（露出8秒）

図2 A3ノビ用紙（32.9×48.3cm）にノートリミング（32×48cm）でプリントしたときの感度別画質（気温−5℃）

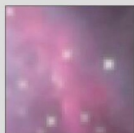
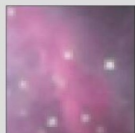
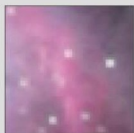
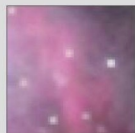
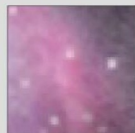
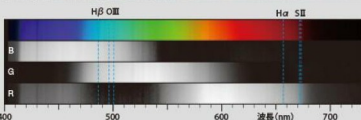
ISO感度を800～12800に設定して撮影したJPEG記録画像の一部分を示す．一連の画像は，A3ノビ用紙に300dpi・ノートリミングでプリントすることを想定してバイキュービック法で画像解像度を設定し，その一部分をプリント上の実寸で表示したものである．画像はバックグラウンドの色を中灰色に微修整しただけなので，諧調や彩度やシャープさは元のJPEG記録画像の特性がそのまま反映されている．星野画質は高感度に設定するほど徐々に低下するが，各感度ともEOS Rと同等の画質である．とくにカラーノイズはよく抑えてあって少ない．

ISO 800（露出2分）

ISO 1600（露出1分）

ISO 3200（露出30秒）

ISO 6400（露出15秒）

ISO 12800（露出8秒）

図3 元画像の50×50ピクセル（約0.27×0.27mm）の範囲の感度別画質（気温−5℃）

各感度に設定して撮影した元画像の50×50ピクセル範囲内をピクセル等倍で示す．ピクチャースタイルは［ニュートラル］，星像に影響しないようにシャープネス関連の項目をすべて最低に設定，ノイズ低減はすべてOFF，記録形式はJPEG最高画質である．バックグラウンドの色をニュートラルグレーに微修整して表示した．画像解像度を変更していないこのテスト画像を見ると設定感度変更にともなう画質変化がわかりやすい．ISO6400までは画質はかなり高い．表示していないが，ISO2500まではとくに高画質で，色の分離も非常によい．

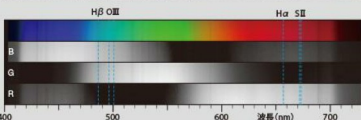
図4 EOS R の分光感度特性と星野画像

分光感度特性を調べるためのスペクトル画像と，f105mm F2.5レンズを使って2分露出したRAWファイルを6コマスタック（総露出12分）した画像を強調処理したものを示す．図4～図7の画像は，撮影条件と処理条件は統一してあるので相対的な特徴をそのまま比較できる．

透過型グレーティングを使用した自作分光器で撮影した太陽光のスペクトル．輝線星雲のおもな発光波長であるHα線，Hβ線，OIII線，SII線の位置も表示した．EOS RのHα線の感度は比較4機種中もっとも低いが，色の分離はもっともよい．

波長656.3nmのHα線を発する赤い星雲の写り具合を示す．画像の拡大率は図2とそろえてある．当然ながら通常のEOS RのHα線に対する感度は比較4機種でもっとも低いが，比較的明るいIC405は強調処理をするとこのくらいは写る．それよりも暗いSh2-230は写りが悪く，赤い星雲の暗部は受かる光子数が少ないのでノイズの多い描写になる．暗いSh2-227は辛うじて存在がわかる．

約2.7等の青い恒星と赤い恒星の描写を示す．恒星の周りのにじみは，大気の散乱によって生じた「暈」が画像処理によって強調れたものである．この暈の色で恒星の色を比較できる．

図5 EOS Raの分光感度特性と星野画像

EOS RaはHα線を発する赤い散光星雲の撮影に適するように，通常のEOS R（図4の一連の画像を撮影したカメラ）をベースに，イメージセンサー前面のIR（赤外）カットフィルターの特性を変更したモデルである．スペクトル画像と星雲画像を見ると，その相違は明らかである．

IRカットフィルターの変更によって長波長域の感度が高まり，Hα線付近はもとより，さらに長波長のSII輝線まで高い感度を有していることがわかる（メーカーの公称ではHα線の透過率は通常モデルの約4倍）．色の分離はEOS Rに劣る．

撮影条件，処理条件，表示条件は図4とそろえてある．EOS Rと比較すると赤い星雲の写りがよいのが一目瞭然である．IC405の明るい部分の青い星雲の写りは，BとGチャンネルで確認するとほとんど同じだが，R成分が優っているので青の色あいは異なって見える．暗いSh2-230やSh2-227の写りは，EOS Rには優っているが，IR改造カメラにはやや劣るのがわかる．

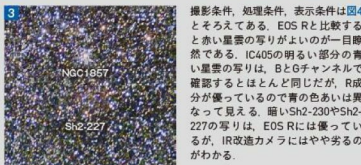
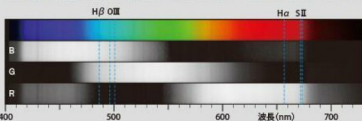
約2.7等の青と赤の恒星像を見ると，ほかの比較機種では見られない赤いゴーストが生じている．撮影には他社製の中望遠レンズを使ったが，同社のRFレンズを使った場合も同様であった．

TG Digi-Cam Review

図6 EOS R（SEO-SP4改造）の分光感度特性と星野画像

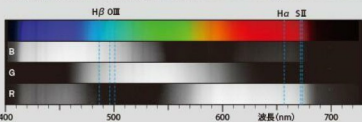
通常のEOS RをベースにIRカットフィルターを専門業者が換装したカメラ．テスト機は望遠鏡専門店・三基光学館に「SEO-SP4」という改造を注文したもの．EOS Raのように一般撮影での違和感の少ない描写を見込んでいないと思われ，Hα線に対する感度はさらに高い．

Hα線付近とSⅡ線付近の感度はEOS Raよりも高い．SⅡ線よりも長波長になると感度は低下し，約680nmよりも長波長側の感度はEOS Raに劣る．色の分離は通常のEOS Rに劣るが，意外とEOS Raとは差は少ない．

撮影条件，処理条件，表示条件は図4とそろえてある．改造ベースのEOS Rとはもちろんのこと，天体撮影専用モデルのEOS Raと比較しても，赤い星雲の写りは一段とよい．IC405の広がりや，暗めのSh2-230やSh2-227の写りを見ると違いが明らかである．IC405の青い部分のBとGチャンネルの写りはEOS Raとほぼ同じだが，こちらの方がR成分が多いので色あいは異なる．

約2.7等の青と赤の恒星像を見ると，赤の恒星像にはきわめて軽微なゴーストが生じている．強い処理を施した画像でこの程度ならば問題は少ないだろう．青い恒星像にはゴーストは見られない．

TG Digi-Cam Review

図7 EOS 6D（SEO-SP4改造）の分光感度特性と星野画像

このカメラはミラーレスではなくて一眼レフである．イメージセンサーは5472×3648ピクセルで，ほかの3機種の6720×4480よりも粗いのでセンサー解像力は劣る．テスト機は通常のEOS 6Dをベースに三基光学館に「SEO-SP4」という改造を注文したもの．

Hα線付近とSⅡ線付近の感度はEOS R（SEO-SP4）と同様に高い．ベイヤーフィルターの透過特性がEOS Rとやや異なるのか，SⅡ線よりも長波長側の低下の様子が異なっている．色の分離はEOS RaやEOS R（SEO-SP4）に少し劣る．

散開星団の写りでセンサー解像力の不利がわかる．RAWファイルのカウント値を直接調べてみたら，ダイナミックレンジはEOS R系よりも1.5EVほど狭いことがわかった．星雲の写りは，像の暗部のS/Nが良好なので，4機種中で最良である．Sh2-230の北部やSh2-227の写りを見るとそれがわかる．IC405の青い部分のBとGチャンネルの写りはEOS RaとEOS R（SEO-SP4）にわずかに劣る．

約2.7等の青と赤の恒星像には，通常のEOS Rと同様にゴーストは生じていない．恒星の色あいはEOS RaやEOS R（SEO-SP4）とほぼ同じで，通常のEOS Rよりも赤い星の色が強調される．

TG Digi-Cam Review

大本命と期待したEOS Raに予想外の弱点 期待されるマウントアダプター内への後部挿入フィルター

気になる4機種の特性の相対的な比較は図4～7のような結果となった．スペクトル画像を見ると，天体撮影用の分光感度特性をもつ3機種のいずれについても，通常モデルのEOS Rと大差のない色あいが得られている点にも注目してほしい．つまり本稿のような極端な画像処理を必要としない星空風景写真ファンも，安心してこれらのカメラを楽しめる．

■メーカー“純正”で安心保証のEOS Ra

通常モデルのEOS Rと比較すると，赤い散光星雲の写りは格段に良好だ．EOS 6Dのような一眼レフではないのでミラーボックスがなく，画面の周辺に向かう光束のケラレによる減光や，内壁による内面反射のカブリが少ない．強力な画像処理にともなうこれらの影響の修整作業が大幅に楽になる点も，ミラーレスのEOS Raの大きな長所だ．

EOS Raの最大の弱点はゴーストが発生しやすいことだ．とくに純正のRFレンズを使用すると，レンズの最終面とイメージセンサーの距離が近いので，下の挿入図（オリオン座を撮影した図1から作成）のように，輝星，とくに画面周辺の輝星には“ゴーストのゴーストのゴースト”まで確認できる．強い処理を施した図8では，70mm F2.8での撮影でさえ，5等星にまで軽微なゴーストが確認できる．同じミラーレスの通常のEOS RやEOS R（SEO-SP4）と比較するとゴーストは非常に生じやすい．とくに長波長成分の多い赤い恒星で目立ち，青い恒星でも赤いゴーストが生じていることから，原因となっているの

左上のベテルギウス

三ツ星の真ん中

右下のリゲル

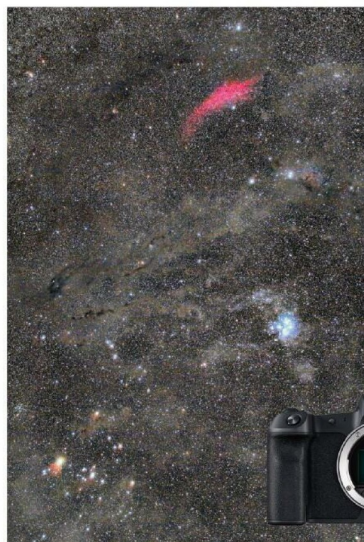



図8 EOS Ra+RF望遠ズームによる画像

EOS Rシステム純正のRFレンズを使用しても，Raでは輝星に赤いゴーストが発生する．強調処理をしたこの画像では，画面左下のヒヤデス星団付近では，5等星近くまでゴーストが認められる．
データ：キヤノンRF70-200mm F2.8 L IS USM（f70mm 絞りF2.8） キヤノンEOS Ra（RAW） 総露出38分 Camera Rawで現像 Photoshop CC，Nik Collection（Silver EfexPro）で画像処理

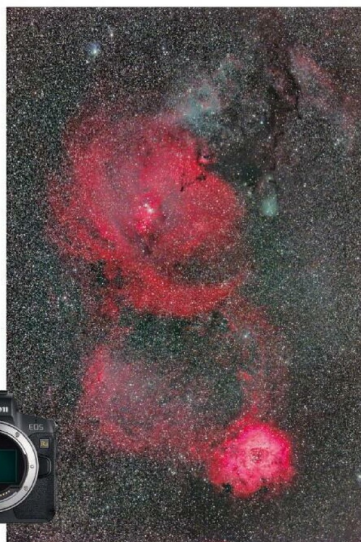



図9 EOS Ra+マウントアダプター+IDAS NB2フィルターによる画像

RFレンズと比較して，イメージセンサーからレンズ最終面までの距離が長い一眼レフ用のレンズや天体望遠鏡ではゴーストは生じにくい．この画像はレンズアダプター内にNB2フィルターを挿入して撮影したもの．輝線発光の星雲が簡単によく写る．
データ：キヤノンnewFD200mm F1.8L（絞りF2.4） IDAS NB2-PM DRフィルター キヤノンEOS Ra（RAW） 総露出45分 Camera Rawで現像 Photoshop CC，Nik Collection（SilverEfexPro）で画像処理

は，IRカットフィルターの長波長側の反射防止膜（コーティング）の特性にありそうだ．

イメージセンサーからレンズの最終面や後部装着フィルターまでの距離が長くなると，ゴーストは急激に生じにくくなる．その意味では，天体望遠鏡による直焦点撮影や，図9のようなレンズアダプターを介した一眼レフ用交換レンズの使用をおすすめしたい．

■メーカー保証外となるIR改造モデルだが

サードパーティによって改造されたカメラはメーカー保証外となる．“修理不能”という最悪のリスクを常に覚悟しなければならない．それを承知の上でも，筆者にとってはEOS R（IR改造）は魅力的だ．テストしたのはSEO-SP4という改造モデルだが，Hα線に対する感度はEOS Raよりもやや高く，何よりゴーストも生じにくい．もちろんEOS Ra同様に最近流行の干渉フィルターをレンズアダプター内に使用することもできる（図10）．

EOS 6D（IR改造）は基本スペックとミラーボックスの影響の点では劣るが，星雲の写りはいまだに見劣りしない（図11）．…で，p.38の「大見出し」である．困ったものだ…．

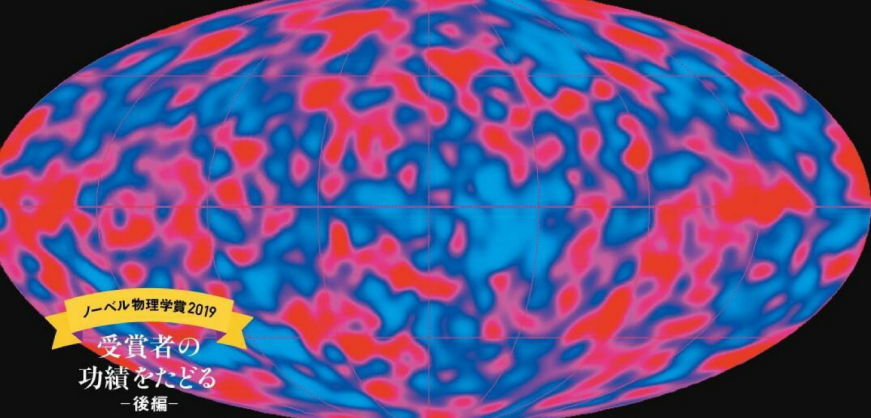



図10 EOS R（SEO-SP4）＋マウントアダプター＋IDAS NB2フィルターによる画像

フィルターのレンズアダプター内装着は大きな魅力だが，それによって矢印のように輝星にゴーストが生じることも多い．
データ：シグマ105mm F1.4 DG HSM（絞りF2.8） IDAS NB2-PM DRフィルター キヤノンEOS R（SEO-SP4改造 RAW） 総露出1時間 Camera Rawで現像 Photoshop CC，Nik Collection（SilverEfexPro），StarNet++で画像処理

図11 EOS 6D（SEO-SP4）による画像

センサー解像力でEOS Rに劣るEOS 6DだがS/Nの高さは大きな魅力．この画像は，200mm F2.4での3×3モザイク撮影の事前チェックに105mmレンズで試写したもの．ノーフィルターでわずか30分の総露出だが，強力な画像処理でエンゼルフィッシュ星雲の周りの暗い反射星雲（分子雲）も写せた．
データ：シグマ105mm F1.4 DG HSM（絞りF2.8） IDAS NB2-PM DRフィルター キヤノンEOS R（SEO-SP4改造 RAW） 総露出1時間 Camera Rawで現像 Photoshop CC，Nik Collection（SilverEfexPro），StarNet++で画像処理

宇宙マイクロ波背景放射（CMB）探査衛星COBEの観測データから得られたCMBの全天マップ.（画像：NASA）

現代宇宙論の大家が追った
宇宙誕生のなぞ

2019年のノーベル物理学賞は,「物理的宇宙論における数々の理論的発見」に対して
ジェームズ・ピーブルズ教授に, また「太陽と似た恒星の周りを公転する太陽系外の惑星の発見」
に対してミシェル・マイヨール教授とディディエ・ケロー教授の両名に, それぞれ与えられた.
今号では前号に引き続き, ノーベル賞の受賞につながった天文学の成果とその背景を解説していこう.

塚田 健（平塚市博物館）：文

宇宙論とは？

今号で取り上げるのは「宇宙論」だ. 2019年度のノーベル物理学賞は, ペガスス座51番星に初となる太陽系外惑星を発見した功績でミシェル・マイヨール氏とディディエ・ケロー氏に（本誌2020年3月号p36〜43で解説）, そして宇宙論における理論的発見に対する功績でジェームズ・ピーブルズ氏に与えられた. 今号では後者について取り上げよう.

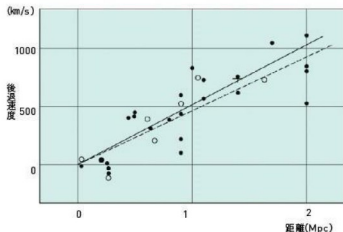
そもそも宇宙論（cosmology）とはどのような研究分野なのだろうか. 一言でいえば, 宇宙がどのように誕生し, どのような過程を経て現在のような姿になったか（進化したか）, そして今後どのような姿になっていくのかを, 物理学を用いて解明しようとする学問だ. 私たちが暮らすこの世界の成り立ちを科学的に明らかにすることが目的で, かつては神話や宗教, 哲学がその役割を果たしてきた. 科学がこの問題について扱うようになってからも, しばらくは, 宇宙は始まりも終わりもない完全に静的なものである, という考え方が支配的であった.

宇宙には“始まり”があった！？

宇宙は永遠の過去から永遠の未来まで変わらず存在する…そのような考え方は, アインシュタ

フランスの画家ポール・ゴーギャンが描いた絵画『D'où venons-nous ? Que sommes-nous ? Où allons-nous ? (邦題：我われはどこから来たのか 我われは何者か 我われはどこへ行くのか)』. 宇宙論は，まさにこの問いに答えるための学問といえる.

インの一般相対性理論によって破られることになる．一般相対論の基礎方程式であるアインシュタイン方程式に基づいて一様で等方的な宇宙モデルを表わす解を作ると，膨張または収縮する宇宙モデルが描き出されてしまう．当時はアインシュタインでさえ宇宙は時間的に変化しないと考えていたため，自ら方程式に反発力を表わす項（宇宙項）を付け加えて静的な宇宙モデルを作ったほどだ．しかし，ロシアの宇宙物理学者フリードマンによっても宇宙が時間とともに膨張する解が導き出され，ベルギーの司祭ルメートルも膨張宇宙論を提唱した．そしてアメリカの天文学者ハッブルによって，遠くの銀河ほど速いスピードで地球から遠ざかっていることが観測的に確かめられ※1，宇宙が膨張している可能性がますます高まることになった．

宇宙が膨張しているということは，過去の宇宙は現在より小さかったことを意味する．そして時間をどんどんさかのぼれば，やがて宇宙は一点にまで収縮し，超高温・超高密度の火の玉のようになる．宇宙はそのような状態から始まったというこの理論（火の玉宇宙論）は，ルメートルが発案し，ロシア出身のアメリカの理論物理学者ガモフによって支持され，のちにビッグバン理論とよばれるようになる※2．

ハッブルが1929年に発表した，銀河の後退速度と距離が比例することを表わすグラフ.
(画像：原図はHubble 1929, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Volume 15, Issue 3, pp. 168-173)

宇宙マイクロ波背景放射の発見

ここで，ピーブルズの功績に立ち返ってみよう．

宇宙がかつて超高温・超高密度であったということは，そのときに発せられた光が宇宙のありとあらゆる方向からやってくるはずだ．その光は，宇宙膨張によって波長が引き伸ばされ，現在ではマイクロ波の電波として観測されるはずである．これを宇宙マイクロ波背景放射（cosmic microwave background：CMB）という．

※1 銀河の地球からの後退速度は銀河までの距離に比例することは，長年「ハッブルの法則」として知られてきた．しかし，ルメートルも当時入手できたデータに基づいて独自に同様な結論を導き出しており，その彼の貢献を称えてハッブルの法則を「ハッブル-ルメートルの法則」とよぶことを推奨する決議が2018年に開催された第30回国際天文学連合総会によって採択された．

※2 一方で，宇宙は膨張してはいるが，無から物質が生み出されることによってつねに一定に保たれ，宇宙の基本的な構造は時間的に変化しない，という定常宇宙論もイギリスの天文学者ホイルらによって提唱された．ちなみに火の玉宇宙論にビッグバンと名付けたのはホイルである．

CMBの存在はガモフやアメリカの物理学者アルファらによって1940年代に示され，1960年代に入ってアメリカの物理学者ディッケも独立にその存在を予言した．そのディッケの下でCMBの理論的研究をしていたのがピーブルズである．

彼はCMBの具体的な性質を計算し，同僚の物理学者ウィルキンソンらとともに観測しようとしていた．しかし，その矢先，ベル研究所の研究員であったペンジアスとウィルソンによって偶然，CMBが発見されてしまう．1964年のことであった．なお，ペンジアスとウィルソンによるCMBの発見に対しては，1978年にノーベル物理学賞が与えられている．

宇宙初期の“音”を聴く

残念ながらピーブルズらは，CMB第一発見者の栄誉は逃してしまった．しかし，彼はその後もCMBの理論的研究を進め，誕生直後の宇宙の密度のムラが音波となって宇宙内部を伝わり，CMBの温度のゆらぎになって現われることを示した※3．

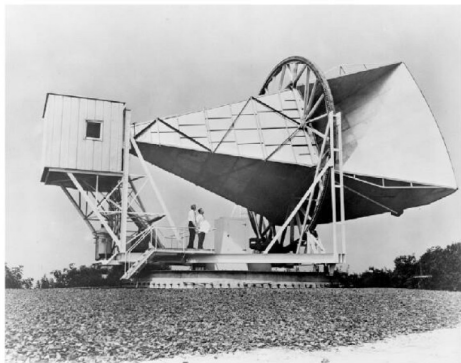
現在，CMBを精密に測定することで宇宙の年齢や組成を詳しく知ることができるが，それはこの音波によって作られたパワースペクトルを算出することで導くことができる．宇宙望遠鏡プランクによるCMBの観測結果から，宇宙年齢が13799000000±21000000≒138億歳で，宇宙の組成はふつうの物質が約5%，ダークマターが約26%，ダークエネルギーが約69%であること，宇宙空間の温度が2.718±0.021 Kであることなどが明らかにされているが，これらはすべてピーブルズの理論をもとにして求められたものなのだ．

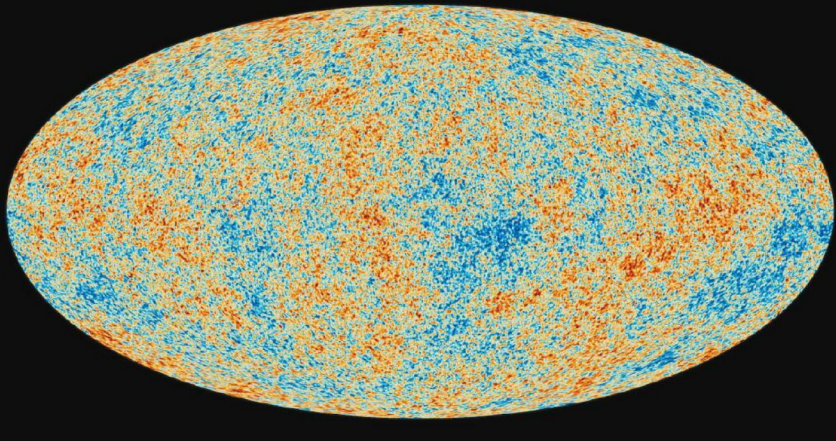
なお1989年に打ち上げられた探査衛星COBEはCMBを宇宙から観測し，CMBにわずかな温度ゆらぎがあることを初めて発見し（P44画像参照），またCMBが基本的には2.7Kの黒体放射の理論曲線に一致することを確認した．その功績により，COBEプロジェクトを率いたアメリカの物理学者マザーと，COBEの開発と観測に携わったスムートの2名に2006年のノーベル物理学賞が与えられている．

ビッグバンで元素が作られた

ピーブルズは，宇宙論に関してほかにも数々の業績をあげている．

そのうちの一つが「ビッグバン元素合成」だ．ビッグバンが始まったあと，宇宙が膨張する過程で水素からヘリウムができ，リチウム以降の元素はほとんど作られなかったという理論を初めて提唱したことでも知られる．では，ビッグバン元素合成とは何であろうか？

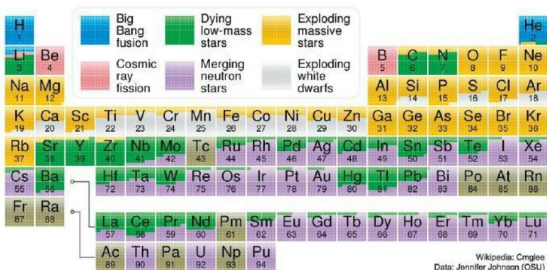
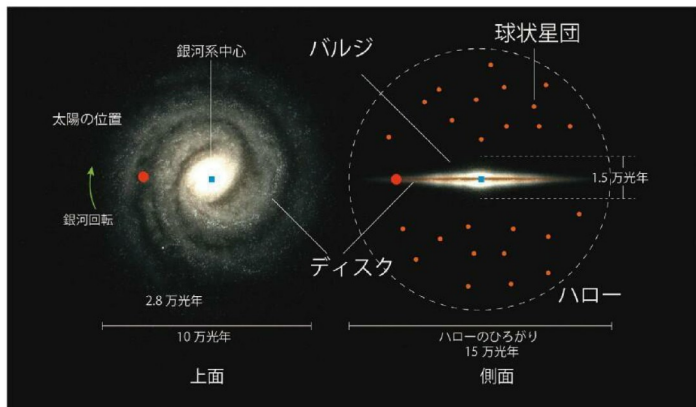
現在の宇宙には90を超える種類の元素が天然に存在するが，そのうちの水素とヘリウムはビッグバン時の超高温下で作られたと考えられてい

CMBの発見に用いられたベル研究所の15mホーンアンテナ

※3 なお，宇宙初期の音波の存在は，ロシアの物理学者スニヤエフらによっても予言されていた．

プランクが観測したCMBの全天画像．色の違いが温度のゆらぎを表わす．（画像：ESA/Planck Collaboration）

る．ビッグバンが始まった直後の宇宙では光（光子）をはじめとする素粒子が飛び交っていた．やがて宇宙は膨張しながら冷えていき，素粒子のうちクォークが結合して陽子や中性子を作る※4．陽子はもっとも単純な元素・水素の原子核だ．さらに温度が下がると陽子と中性子が結合してヘリウムの原子核が作られる．このときまでに生まれた原子核は，総数で約92%が水素，約8%がヘリウムだと考えられている（ほんのわずかにリチウムも作られた）．その後も宇宙の膨張・冷却は止まらず，原子核が合成されるのはここまでとなる．

残りの大多数の元素は，恒星内部における核融合や，超新星爆発，中性子星同士の合体などの際に合成される．

ちなみに，元素合成が終わったあとも宇宙膨張は続き，宇宙誕生から約38万年が経つと「宇宙の晴れ上がり」が起こった．それまでの宇宙は高温で大量の電子が自由に飛び交っていたため，光はこの電子と衝突してしまい直進できなかった．つまり，宇宙は霧の中のように不透明だったことになる．しかし宇宙の温度が約3,000℃まで下がると電子はそれまでに合成された原子核と結合して原子となり，光を邪魔しなくなった．こうして宇宙は見通しがよくなった（晴れ上がった）が，このときに解き放たれた光が，宇宙マイクロ

元素の由来ごとに色分けをした元素周期表．青く塗られた元素がビッグバン元素合成で作られたもの．
（画像：Wikipedia: Cmglee）

※4 クォークには6つの種類があり，そのうちアップクォークとダウンクォークが結びつくことで陽子や中性子が作られた．

右が天の川銀河を横から見たとき場合の模式図．ハローは天の川銀河全体を包み込むように存在している．
(画像：宇宙ビューワーMitakaを用いて作成．国立天文台)

波背景放射なのである．ピーブルズは，この宇宙の晴れ上がりについても理論的な研究を行なっている．

ダークマターの存在を予言

先にCMBの精密観測から求められた宇宙の組成のところで登場したダークマター(暗黒物質)だが，その存在はかなり前から議論されていた．古くは1930年代に，オランダの天文学者オールトによって，太陽系近傍のいくつかの恒星の運動から，我われの天の川銀河の円盤には大きな重力源，星によるものを足し合わせたよりも大きな重力源が必要であると結論づけられた．一方，スイスの天文学者ツビッキーはかみのけ座銀河団を構成する銀河の運動から，猛烈な速度で運動する銀河をつなぎとめておくには，それらの銀河をすべて足し合わせたよりもずっとたくさんの重力源となる物質が必要であると考えた．

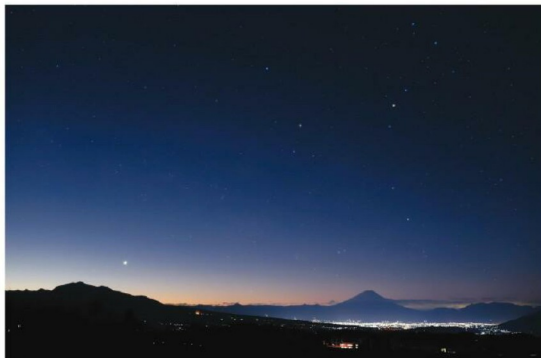
1970年代になって，アメリカの天文学者ルービンは，いくつかの渦巻銀河の回転速度を測定し，銀河中心からある程度離れると回転速度が一定になることから，銀河には目に見えているものよりもっと多くの何かが存在するに違いないと主張した．ここで登場するのがピーブルズである．彼は，銀河の力学的進化のシミュレーションを行ない，渦巻銀河の薄い円盤(ディスク)が安定して存在し続けるためには，円盤を覆うように球状の重い何かが必要であると結論づけたのである．現在では，球状星団の運動の観測などから，銀河全体を包み込むように高温のガスやダークマターなどからなるハローが存在していることが明らかにされており，銀河の質量の大部分を担っていると考えられている．

宇宙論の巨人

ほかにもピーブルズは，1970年代から宇宙の大規模構造の研究にも携わるなどその研究内容は多岐にわたり，現代標準宇宙論の理論的枠組みの確立に大きな貢献を果たしてきた．一方で宇宙論に関する教科書の執筆者としても有名で，彼の研究の集大成ともいえる著書『Physical Cosmology』(1972)，『The Large-scale Structure of the Universe』(1980)，『Principles of Physical Cosmology』(1993)が，世界中の宇宙論研究者を育て上げたといっても過言ではない．まさにピーブルズは，1960年代以降，現在に至るまでの宇宙論の発展と興隆に多大な貢献を果たした巨人の一人なのである．

2020年02月01日5時16分
AF-S ニッコール 20mm f/1.8G ED
（絞りF2.8） ニコンD850（ISO3200）
露出8秒 ソフトフィルター使用
撮影地：山梨県北杜市

昇るへび座・へびつかい座と天の川

牛山俊男（自然写真家）：写真・文

薄明が始まってしばらくすると茅ヶ岳の稜線上に木星が昇ってきた．さそり座のアンタレスの東側には地球から2億km以上も離れた火星（1.4等）が輝いている．あと半月もすると木星に続くように土星が姿を現わす．今夏，天の川の東岸で並んで輝く木星と土星に出会うのが今から楽しみだ．

夏の星座の先陣を切って姿を現わす“へび座”と“へびつかい座”．ふだん，形をたどる機会が少ない星座だ．暗い星たちで構成されているが，面積では“へび座”は88星座中23位，“へびつかい座”は11位となかなかの広さだ．

“かんむり座”が東の空に輝くころ，そのすぐ右下からへび座が頭を持ち上げるように昇り始める．やがて，へびつかい座が頭を北にして横になった姿で登場し，最後に右足とへび座の尾っぽがほぼ同時に昇って全景が現われる．

へびつかい座の足元には天の川が流れており，街明かりの中にその光芒がうっすらと浮かび上がる光景は実に幻想的だ．低空では肉眼ではっきりと認識することはむずかしいが，カメラのモニターに映しだされた瞬間，その姿に感激して思わず声を上げてしまう自分がいる．その中をアップにして見てみると，ぼんやりとした暗黒帯とともにM16・M17やM8・M20といった数々の星雲・星団の姿が点在していて実に興味深い．

そんな二つの星座と天の川を夜明け前の東天で撮影できる時季がやってきた．この冬は新年をむかえてからぐずついた天気が続いてやきもきしたが，1月末になってようやく安定した晴天に恵まれるようになり，大気の透明度も冬らしさがもどってきた．

へびつかい座を見つけるポイントは釣鐘（つりがね）型の星の配列を探すこと．暗い星が多い中で，釣鐘の最上部に輝くα星の“ラスアルハゲ”（2.1等）を見つけて，そこからたどるとわかりやすい．へび座は，へびつかい座の釣鐘の底辺の星の配列からたどると，かんむり座に向かって伸びる胴体から頭の姿，わし座に向かって尾っぽが伸びている姿が浮かび上がってくる．

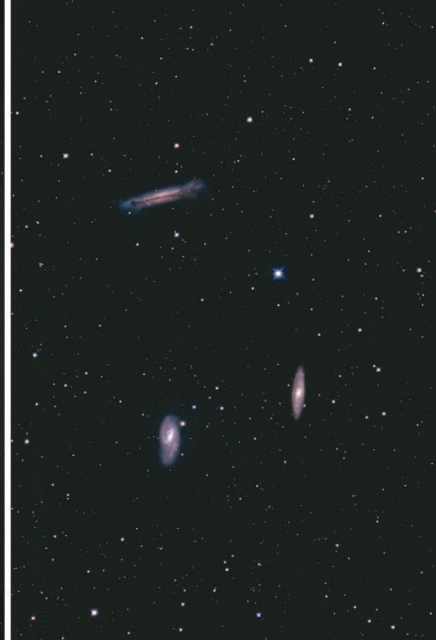
天の川は薄明が始まるころにはだいぶ上空に昇ってきて，肉眼でもはっきりと左右に流れる様子を確認することができるようになる．夜明け前の東天・南東天が夏の星座たちで彩られるのもまもなくだ．

連載｜かつてパロマー山天文台や，東京大学木曽観測所のシュミットカメラで撮られたような，あこがれの星雲・星団写真を撮ってみたい

「星雲・星団」写真撮影入門 PART 20

淡い星雲を撮影するために非常に重要な『フラットフレーム』その撮影とフラット補正について

いろいろなタイプの星雲や星団を撮影してみると，難易度の高いものとそれほどでもないものがあることに気が付くことでしょう．難易度の高いものの代表は，広がった散光星雲，それも本誌のフォトコンテストに入選しているような，分子雲などとよばれる非常に淡く全天に広がっているような星雲です．そうした星雲の撮影には，フラットフレームの取得とフラット補正が重要になります．

中西アキオ（天体写真家）：文・写真

フラット補正前(左)と後(右)

しし座の渦巻き銀河M65とM66そしてNGC3628です. 星雲・星団の写真は光学系に起因する周辺減光はもちろん, マウント部によるマウントケラレやカメラ内部のミラーボックスに起因するボックスケラレなど, さまざまな理由で背景の濃度が均一ではなくなってしまいます. その状態で星雲・星団を強調処理すると, 背景の濃度ムラも強調されてしまい, きれいに仕上げることができません. フラットフレームを撮影し, フラットフレームを用いてフラット補正を行なうことは, 決して上級者だけのテクニックではありませんから, 上達を目指したいならぜひ取り組んでほしいものです.
タカハシBRC-250　キヤノンEOS 5D mark4　ISO3200　露出4分

星雲や星団の撮影を始めると, 最初のうちは明るくて写しやすい対象を重点的にねらうことになるでしょう. 肉眼でも確認できる星雲・星団もいくつもありますので, そうした天体なら視野への導入も楽です. 宵の口すぐに冬の天体が西に傾く今の時期なら, M44・プレセペ星団が撮影しやすい対象です. やがて夏の天体が昇ってきたら, M8・干潟星雲や, 明るくはありませんが1等星デネブのすぐ横にあって導入しやすく大きな北アメリカ星雲などが好対象です.

明るくて写りやすい散開星団や球状星団, 惑星状星雲や銀河を日の丸構図で撮影しているうちはそれほど気にならないのですが, 画面全体に淡く広がった散光星雲を撮影するようになると, どうしても気になるのが光学系の周辺減光(一般の写真の世界では周辺光量落ちとよばれることが多い)や背景のカブリ, それも画面内の低空に近い方が明るく写る光害によるカブリが目立ってしまうことです.

冬の二重星団M46とM47 (左ページ)

冬の二重星団とよばれる, M46とM47のペアを撮影すると, そろそろ冬の天体も撮影対象がなくなり, 春の銀河めぐりの季節となります. 散開星団の撮影ならフラット補正はそれほど重要ではありませんが, 本誌のフォトコンテストに入選するような淡く広がった散光星雲や分子雲を明瞭に表現するには, 精度の高いフラット補正が必須となります.
タカハシBRC-250　キヤノンEOS Ra　ISO1600　露出3分

フラットフレームの例

これらは筆者がよく使う，タカハシのBRC-250(口径250mm，焦点距離1268mm，F5.1)によるフラットフレームですが，カメラによってケラレ具合が大きく違うことがよくわかります．まず上は一眼レフカメラのニコンD810Aです．ニコンFマウントは内径が小さいために，マウントケラレがとても目立ちます．中央はやはり一眼レフカメラでキヤノンEOS 5D mark4です．キヤノンEFマウントは内径が大きいためにマウントケラレの影響は少なくなっているものの，結局のところボックスケラレは発生してしまいます．しかも上下でケラレ具合が大きく異なっています．下はミラーレスカメラのキヤノンEOS Raです．さすがにミラーレス機はボックスケラレはありませんが，四隅には使用したマウントアダプターに起因すると思われるケラレが発生しているのと，シャッターユニット直前のマスクのためにわずかに上下にケラレが発生します．筆者はこれをマスクケラレとよんでいますが，EOS Raに限らずほかのミラーレス機でも発生することがあります．

※これらは差がわかりやすいよう，コントラストを強調処理してあります．

さらには，マウントや一眼レフカメラの場合にはミラーボックスによるケラレが加わります．ただでさえ星雲・星団は暗く淡いために，撮影後の後処理でコントラストを高め，明瞭にするような画像処理を行なうので，そうした光学系の問題や光害の問題も一緒に強調されてしまうのです．

ところで，デジタルカメラによる撮影が一般化する前には，熱心な天体写真ファンは冷却CCDカメラを用いていました．冷却CCDカメラでの撮影では，固有のノイズパターンを減算するために行なう「ダークフレーム減算（通称ダーク補正）」，そして光学系に起因する光量ムラや，CCDセンサーに乗った埃による影を補正するための「フラットフレーム除算（通称フラット補正）」といった一時処理を行なうことが常識でした．当時の冷却CCDカメラとくらべると，今日のデジタルカメラは驚くほどノイズが少ないために，そうした一時処理が軽視される傾向にあります．しかしながら，非常に淡い星雲を強調しようと思ったら，とくにフラット補正はとても重要な処理になります．

ダーク補正は，基本的に撮影時と同じ温度で，ISO感度や露出時間を撮影画像と同一条件として，レンズにキャップをするなどして光をまったく当てずにノイズ成分だけを写すようにします．昼間にダークフレームを取得しようとすると，温度が違ったり光が漏れて写ってしまったりしますので，夜間の撮影の合間もしくは薄明が始まったらまだ暗いうちに取得するのがよいでしょう．必ず数枚から数十枚は取得して，加算平均処理により突発的なノイズの影響などを減らすようにします．

そして，重要なのがフラット補正のためのフラットフレームの取得です．フラットフレームは均一な光を光学系に入射させてそのムラを写すのですが，やってみるとこれが意外とむずかしいものです．ピントの位置が変わってしまうとフラットフレームの写りも微妙に違ってきますので，撮影時と同じ光学系の状態で撮影することが重要で

す．フラットフレームの撮り方は大きく分けますと，

❶撮影時の夜空で，天体の撮影の直前か直後に取得する

❷薄明が始まったら，その空で撮影する

❸ドームの内壁にスクリーンを設置し，そこに均一な照明を当てて撮影する

といった方法があります．

❶の通称スカイフラットは，一番フラット補正がよく効く方法です．しかし，夜空に星が輝いている状態で，ほかの天体を撮らずにフラットフレームを取得するのは撮影効率の点では非常にもったいないと感じてしまいます．スカイフラットによるフラットフレームの取得では，星が写ってしまうのを防ぐために赤道儀の駆動を停止した上で光学系の前に拡散板を設置して撮影します．露出時間や各種の設定を星雲の撮影時と同じにしておけば，ダーク減算をせずフラット除算だけでもかなりきれいに補正してくれます．

❷の通称トワイライトフラットは，撮影しやすくて初心者でも撮りやすいのが利点です．しかし何せ薄明時の空は青みが強く，そのままではうまくフラット補正が決まりません．最低でもモノクロ化するか，一度RGBチャンネルに分解してBチャンネルを抜いてしまうなど，なるべくフラット補正がうまく決まるように工夫した方がよいでしょう．

❸の通称ドームフラットは，ドーム内で撮影する方なら手軽ですし，プロの天文台でも行なわれています．これを応用して昼間に室内でフラットフレームを取得する，通称ルームフラットも考えられます．これらの場合，いかにスクリーンに均一な光を当てるかがポイントになります．

フラットフレームもまた，ノイズの影響を減らすために数枚から数十枚撮影して加算平均化するとよいでしょう．また，露出はヒストグラムを見ながら，天体撮影時のヒストグラムの位置と同程度になるように調整します．そうして得られたフラットフレームは，天体画像処理ソフトウェアなら必ず機能として有しているフラット補正機能を用いて処理するようにします．フラットフレームがうまく取得できていると，気持ちいいくらいにきれいに補正できますが，フラットフレームが合っていないとその効果があまり得られません．上手にフラットフレームを取得し，淡い星雲をきれいに表現してください．

拡散板（ディフューザー）

フラットフレームを撮影する際，光学系の前に拡散板を用いる方とそうでない方がいますが，それはどのようにしてフラットフレームを撮影するかによって分かれてきます．スカイフラットを撮影するなら，星が写ってしまわないよう拡散板を使うべきですが，トワイライトフラットの場合には迷うところです．まだ星が見えるような時間帯なら使った方がいいですか，かなり明るくなってくると，拡散板による迷光が問題になることがあります．ドームフラットやルームフラットの場合も意見の分かれるところで，拡散板を使ってみた方が良ければそれでいいし，使わない方が良ければそれでいいでしょう．フラットフレームの撮影はなかなかむずかしくて奥深いものです．

ドームフラット

ドームフラットはドームの一部にスクリーンを貼り，そこに均一な光を当ててフラットフレームを撮影します．撮影が容易ですが，スクリーンに当てる光が均一でないと，フラットフレーム自体にムラができてしまいます．さらに，光学系とカメラを室内に持ち込んで，室内でフラットフレームを撮影する通称ルームフラットも考えられます．一番精度良く撮影ができるのはスカイフラットですが，手間や効果を考えて，撮影方法を選択してみてください．

著者紹介

中西アキオ

日本を代表する天体写真家の一人．本名・中西昭雄．一般写真の世界で活躍するフォトグラファーにはなぜか中西姓が多く，たまに間違えられるために最近は中西アキオを名乗っている．前回の東京オリンピックの年に，光学と印刷の町・東京都板橋区に生まれ育つ．天体写真は星雲・星団写真はもちろん，広角レンズによる星空写真や都市での星空風景などオールマイティにこなせるのが強み．さらに，撮影技術を活かして20等級以下の微光小惑星の発見実績もある．著書は『メシエ天体＆NGC天体ビジュアルガイド』（誠文堂新光社）ほか多数．

キヤノン EOS R システム RFレンズをテストする ④

Text・Photo：Y.Saijo　協力：キヤノンマーケティングジャパン 株式会社

星像テストに使用している「星像判定ゲージ」は天文ガイドのWebサイトから無料ダウンロードできます．フルサイズ・APS-C用とマイクロフォーサーズ用があり，eps形式と一般的なビットマップ形式を用意してあります．

RF70-200mm F2.8 L IS USM
技術的な先進性を感じられる高性能望遠ズーム

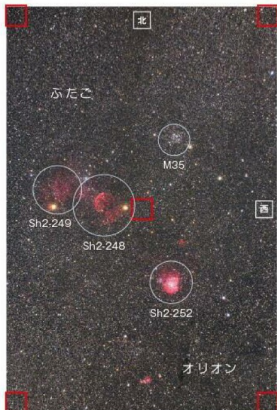
2019年11月に発売されたばかりの最新の明るい望遠ズームです．天体写真とは関係ありませんが，このズームレンズを手にしてみると，最新技術を大いに感じることができます．同社の一眼レフ用レンズと比較して，全長で27％短く（フランジバックを含めるともっと！），重さは28％も軽くなっています．これならポータブル赤道儀に搭載しても重量面での負担は大きくありません．レンズをカメラに装着しないで（要するに通電しないで）前側から覗き込むと，かなり前寄りに配置されたISユニットが見えますが，これが心配になるほどブラブラしています．それが精密・高速に制御されて，シャッタースピード5段分の手ブレ補正効果をもたらします．AFもほとんど無音で，びっくりするほどの速さです．

ズーム域の両端で星野を撮影したときの作例を下に，絞り値ごとの星像の様子と周辺光量はp.57〜58の❶図に短評を添えて示しました．結像性能は最高水準のもので，長焦点端の絞り開放での画質と周辺減光を除いて申し分のないものです．ズーム域の両端のピント位置がピタリと一致していて快適でした．

短焦点端70mm 絞りF2.8
「おうし座の反射星雲」

撮影データ：キヤノン EOS Ra（ISO 3200，RAW）f70mm 絞りF2.8 露出1分30秒×40コマ 総露出1時間00分 ユニテックSWAT-350 V-spec赤道儀 Adobe Camera RawでRAW現像 Photoshop CCで画像処理

長焦点端200mm 絞りF4.0
「M35・Sh2-248/249/252」

撮影データ：キヤノン EOS Ra（ISO 6400，RAW）f200mm 絞りF4.0 露出2分×3コマ 総露出6分 ユニテックSWAT-350 V-spec赤道儀 Adobe Camera RawでRAW現像 Photoshop CCで画像処理

❶ RF70-200mm F2.8 L IS USM

おもな仕様

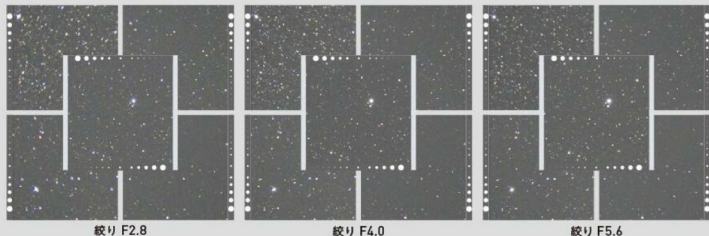
焦点距離：70～200mm
対角線画角：34～12°
最大絞り：F2.8（ズーム全域）
最小絞り：F32
最短撮影距離：0.7m（ズーム全域）
絞り羽根：9枚
フィルター径：77mm
大きさ：φ89.9×L146.0mm
重さ：1200g（三脚座込み）
価格：オープン
（参考：キヤノンオンラインショップでは税別310,000円）
発売年月：2019年11月

レンズフードにはスライド開閉式の窓が設けてある．本来は偏光フィルターの操作に使うものだが，天文用としては結露防止の工作に使えそう．

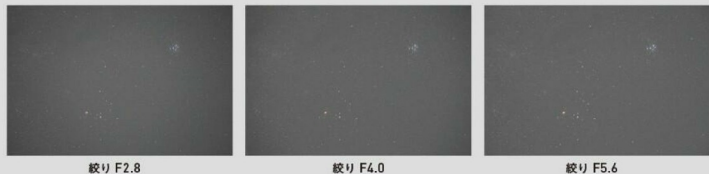
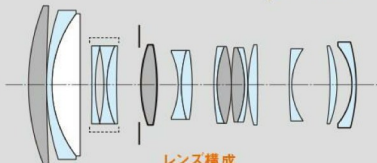
RF70-200mm F2.8L IS USMをEOS Raに取り付けた様子．架台はユニテックSWAT-350 V-specポータブル赤道儀．p.56の作例とテスト画像はこのセットで撮影．EOS Raのテスト結果はp.38参照．SWAT-350 V-specは現在テスト中で近号に掲載予定．

短焦点端70mmの星像テスト

テストレンズの絞りを変えて撮影した星像の様子．A3ノビ用紙にノートリミングで480×320 mmにプリントしたときの画面中心と四隅を原寸で切り出して表示してある．全画面に対する表示範囲はp.56の作例画像に□で表示してある．
テスト画像に添えてあるゲージは，大きい順に6番目が標準鑑賞距離から算出した許容ボケ直径（像面で17μm）に相当する．表示したA3ノビのプリントの部分切り出し画像では標準鑑賞距離は91cmである．メーカー各社で採用されているのは1段あまい5番目とおおむね同じ．
F2.8 — ズーム短焦点端70㎜の絞り開放の星像．星像は絞り開放から良好で，画面の中心から80％くらいまでの星像はとくによい．そこから画面の周辺に向かうにつれて星像は徐々に甘くなるが，微光星のシャープさはゲージと比較しても充分なシャープさがある．画面の四隅の輝星の形はサジッタル方向（同心円方向）とメリジオナル方向（放射方向）に伸びがあるが崩れは大変少ない．倍率の色収差はほとんど認められない．縦色収差にともなう輝星の色の滲みは，絞り開放できわめてわずかに認められるが，気にするほどではない．ちなみにp.56の作例の輝星（たとえばアルデバラン）に生じている赤いハロはカメラボディに起因するゴーストで（p.38参照），レンズの色収差によるものではない．周辺減光は画面の四隅で1段強くらいあるが目立ちにくい．
F4.0 — 星像のシャープさは画面全体的にさらに鋭さを増す．シャープさに関して申し分がない．口径食が減った分だけ画面周辺の微恒星の写りがはっきりする．画面四隅の輝星像のサジッタル成分の広がりはほぼ認められなくなる．周辺減光は画面の四隅で1/2段強くらいあるが，あまり気にならないレベルとなる．コントラストも高く全体的に素晴らしい画面．
F5.6 — 星像のシャープさはF4.0とほとんど変わらない．周辺減光は画面の四隅で1/3段弱くらいあるが目立たない．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

短焦点端70mmの周辺光量テスト

下に表示した画像は光害カブリ成分を除去した各絞り値における周辺光量の様子である．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

レンズ構成

13群17枚.
太線で示したのは非球面レンズ.
白で示したのはスーパー UDレンズ.
灰色で示したのはUDレンズ.
破線で囲ったのはIS(手ブレ補正)ユニット.

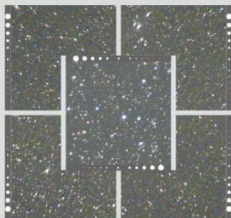
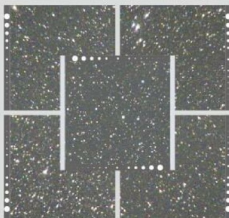
長焦点端200mmの星像テスト

テストレンズの絞りを変えて撮影した星像の様子. A3ノビ用紙にノートリミングで480×320 mmにプリントしたときの画面中心と四隅を原寸で切り出して表示してある. 全画面に対する表示範囲はp.56の作例画像に□で表示してある.

テスト画像に添えてあるゲージは, 大きい順に6番目が標準鑑賞距離から算出した許容ボケ直径(像面で17μm)に相当する. 表示したA3ノビのプリントの部分切り出し画像では標準鑑賞距離は91cmである. メーカー各社で採用されているのは1段あまい5番目とおおむね同じ.

F2.8 ― ズーム長焦点端200㎜の絞り開放の星像. 微光星像は絞り開放から全画面で良像基準のゲージ6を超えている. 輝星には残存収差による滲みが認められる. 星像は画面の四隅でやや甘くなるが, 画面中心付近の描写とそれほど違いがなく, 輝星の形の崩れも少ない. 倍率の色収差はほとんど認められない. 輝星の色の滲みはごくわずかに認められる. ちなみにp.56の作例のSh2-249の近くの赤っぽい輝星に生じているハロはカメラボディに起因するゴーストで(p.36参照), レンズの色収差によるものではない. 周辺減光は画面の四隅で2段半強もあり, テスト画像でもわかるように非常に目立つ.

F4.0 ― 星像のシャープさは鋭さを増す. 絞り開放で見られた残存収差によると思われる輝星の滲みはまったく見られず(画像では表示していないが, 輝星の滲みはわずか1/3～1/2段絞っただけで改善する), 画面全体で目の覚めるような鋭い星像が得られる. 絞り開放で気になった極端な周辺減光は改善され, 口径食の影響が減った分だけ画面周辺の微光星の写りが飛躍的に高まるのがテスト画像でもわかる. まずは申し分のないすばらしい画面.

F5.6 ― 星像はF4.0とほとんど変わらないが, 画面のごく四隅の輝星像の形がさらに整う. 周辺光量はF4.0よりも改善され, 画面の四隅で1/3段弱くらいの減光となる.

絞り F2.8

絞り F4.0

絞り F5.6

長焦点端200mmの周辺光量テスト

下に表示した画像は光害カブリ成分を除去した各絞り値における周辺光量の様子である.

絞り F2.8

絞り F4.0

絞り F5.6

RF15-35mm F2.8 L IS USM
絞り開放から集光のよい星像が得られる超広角ズーム

2019年9月に発売された最新の明るい超広角ズームです．大きさ・重さは先月号でテストしたRF24-70mm F2.8 L IS USMと同じくらいです．手ブレの目立ちにくい短焦点域のレンズですが，IS機構も設けられています．光学系は12群16枚で，2枚のUDレンズ，3枚の非球面レンズが使用されています．

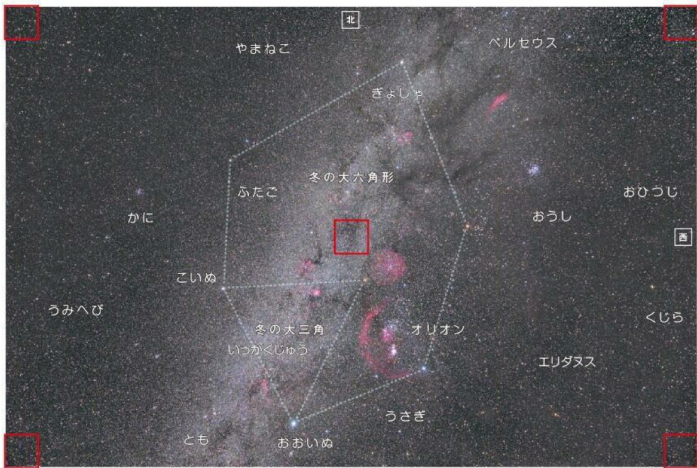
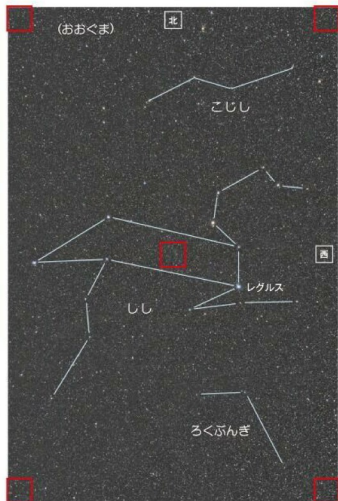
ズーム両端で絞りF2.8で星野を撮影した作例を下に示します．絞り値ごとの星像の様子と周辺光量についてはp.60〜61の❷図に短評を添えて示しました．

短焦点端も長焦点端も絞り開放から集光のよい星像が得られる信頼性の高いものです．開放画質がよいので，2段くらい絞っても，周辺光量が豊富になって，口径食が減った分だけ周辺の微光星像の鮮鋭度が増すだけです．（それにしても“新大三元ズーム”はどれも高性能だけど手が出ないよね〜……笑）

長焦点端35mm 絞りF2.8「しし座」

撮影データ：キヤノン EOS Ra（ISO 3200，RAW） 露出2分×8コマ 総露出16分 ユニテックSWAT-350 V-spec赤道儀 Adobe Camera RawでRAW現像 Photoshop CCで画像処理

短焦点端15mm 絞りF2.8「冬の大六角形」

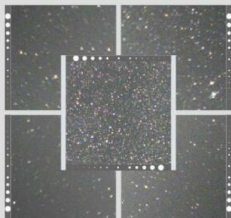
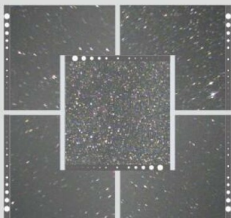
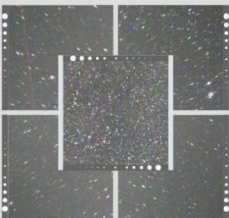
撮影データ：キヤノン EOS R（SEO-SP4改造，ISO 3200，RAW） 露出2分×18コマ 総露出36分 タカハシEM-100赤道儀 Adobe Camera RawでRAW現像 Photoshop CCで画像処理

❷ RF15-35mm F2.8 L IS USM

おもな仕様

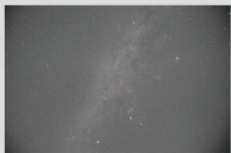
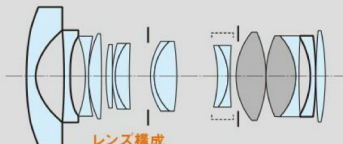
焦点距離：15～35mm
対角線画角：110.5～63°
最大絞り：F2.8（ズーム全域）
最小絞り：F22
最短撮影距離：0.28m（ズーム全域）
絞り羽根：9枚
フィルター径：82mm
大きさ：φ88.5×L126.8mm
重さ：840g
価格：オープン
（参考：キヤノンオンラインショップでは税別275,000円）
発売年月：2019年9月

RF15-35mm F2.8L IS USMをEOS Raに取り付けた様子．架台はユニテックSWAT-350 V-specポータブル赤道儀．p.59の短焦点端の作例とテスト画像はEOS R（SEO-SP4）カメラとタカハシEM-100赤道儀で撮影．EOS R（SEO-SP4）カメラの関連記事はp.38参照．

短焦点端15mmの星像テスト

テストレンズの絞りを変えて撮影した星像の様子．A3ノビ用紙にノートリミングで480×320 mmにプリントしたときの画面中心と四隅を原寸で切り出して表示してある．全画面に対する表示範囲はp.59の作例画像に□で表示してある．
テスト画像に添えてあるゲージは，大きい順に6番目が標準鑑賞距離から算出した許容ボケ直径（像面で17μm）に相当する．表示したA3ノビのプリントの部分切り出し画像では標準鑑賞距離は91cmである．メーカー各社で採用されているのは1段あまい5番目とおおむね同じ．
F2.8 ― 対角線画角110°超のズーム短焦点端15㎜の絞り開放の星像．画面の中心から80％くらいまでの星像は大変シャープでコントラストも高い．そこから画面周辺に向かうにつれて星像は徐々にメリジオナル方向（放射方向）とサジッタル方向（同心円方向）に伸びたように写り始める．縦色収差はよく抑えられている．倍率の色収差（横色収差）は最周辺の星像で赤色がプラス方向に（外側に）わずかに認められる．周辺減光は画面の四隅でストンと落ちるような印象で，四隅の減光量は2段強くらいあって目立つ．
F4.0 ― 画面の大部分の星像は絞り開放からシャープで，1段絞ったF4.0でも大して変わらない．しかし口径食が減った分だけ画面周辺の微恒星像の鮮鋭度は増す．周辺星像のサジッタル成分のハロが減少し，超広角ならではの射影の影響も強く受けて，画面周辺の星像がメリジオナル方向に伸びたような印象となる．周辺光量分布は改善するが，画面四隅ではまだ1段半くらい減光するが，あまり気にならないレベルとなる．
F5.6 ― 大部分の星像は絞りF4.0と変わらないが，画面四隅のサジッタル成分の軽微な広がりはほぼなくなるが，メリジオナル方向の伸びはまだ残っている．さらに絞るとメリジオナル成分も減り始めると思われるが，判断には射影の影響も考慮する必要がある．四隅の減光は1段弱だが目立たない．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

短焦点端15mmの周辺光量テスト

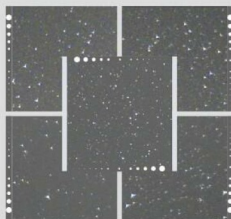
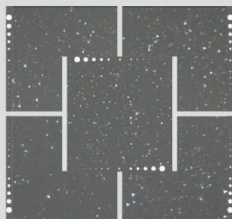
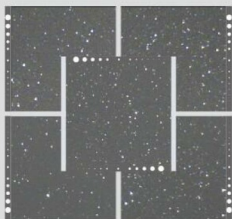
下に表示した画像は光害カブリ成分を除去した各絞り値における周辺光量の様子である．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

レンズ構成
12群16枚.
太線で示したのは非球面レンズ.
灰色で示したのはUDレンズ.
破線で囲ったのはIS（手ブレ補正）ユニット.

長焦点端35mmの星像テスト

テストレンズの絞りを変えて撮影した星像の様子．A3ノビ用紙にノートリミングで480×320 mmにプリントしたときの画面中心と四隅を原寸で切り出して表示してある．全画面に対する表示範囲はp.59の作例画像に□で表示してある．
テスト画像に添えてあるゲージは，大きい順に6番目が標準鑑賞距離から算出した許容ボケ直径（像面で17μm）に相当する．表示したA3ノビのプリントの部分切り出し画像では標準鑑賞距離は91cmである．メーカー各社で採用されているのは1段あまい5番目とおおむね同じ．

F2.8 ── ズーム短焦点端35㎜の絞り開放の星像．画面の中心から90%くらいまでの星像は大変シャープ．とくに微光星はの写りは，コントラストも高くて鮮鋭度が高い．そこから画面周辺に向かうにつれて星像は徐々にあまくなるが，画面の四隅でも星像の広がりは軽微である．縦色収差はよく抑えられている．倍率の色収差（横色収差）もよく抑えてあって，色ずれはほとんどわからない．p.59の作例の北の方に写っている，おおぐま座の足先に当たる輝星に生じている外向きのコマのような赤っぽいハロは，カメラボディに起因するゴーストであって（p.38参照），レンズの収差によるものではない．周辺減光は画面の四隅で2段くらいある．

F4.0 ── 短焦点端と同様に画面の大部分の星像は絞り開放からシャープなので，1段絞ったF4.0では大きくは変わらない．しかし画面の四隅の星像は確実に減少しており，小さな三角形のような形状の星の面積は小さくなっているのがわかる．また口径食が減った分だけ画面周辺の微恒星像の鮮鋭度は増している．周辺光量分布はかなり改善され，画面四隅ではまだ1段以上の減光があるもののあまり気にならなくなる．

F5.6 ── 画面の四隅の星像はさらにシャープさを増して，まずは申し分のない星が全画面で得られる．画面四隅の減光量は1/2段以上あるが，減光の仕方がなだらかなこともあって，気にならない．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

長焦点端35mmの周辺光量テスト

下に表示した画像は光害カブリ成分を除去した各絞り値における周辺光量の様子である．

絞り F2.8　　絞り F4.0　　絞り F5.6

戦争は最大の環境破壊である

この言葉は1972年の国連人間環境会議のとき,
スウェーデンのパルメ首相が講演で語ったもので
「環境問題の解決は平和な世界おいてのみ可能である」と述べたのが遺言となった.

※連載「宇宙からの視点」は今号で最終回となります.2007年1月号より池内 了先生に毎号ご執筆いただきました.長きにわたりありがとうございました.池内先生には今後も天文ガイドに記事を執筆いただく予定です(編集部).

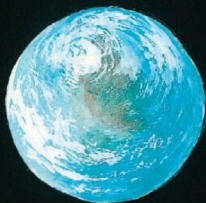
池内 了:文(総合研究大学院大学名誉教授)

人を殺し合う戦争はあと先のことを考えずに敢行され,とにかく勝って生き残ることが優先されますから手段を選ばず,環境のことなんか構っていられません.そのため,かつては「焦土作戦」とよぶ,家屋や田畑や山林など国土の可燃物を完全に燃やして破壊し,敵がそこに滞在することを不可能にする作戦が採用されました.ナポレオンやナチスのロシア侵略が失敗したのは,ロシア側の焦土作戦であったとされています.1991年にクーウェイトに侵攻したイラク軍が撤退するとき,油田を破壊して原油を流出させたことは逆焦土作戦かもしれません.アメリカ軍がベトナムにおいてダイオキシン類の枯葉剤を散布したのも,ベトナム軍を結集させないための逆焦土作戦といえるでしょう.

この焦土作戦のきわみが「核の冬」とよばれる世界核戦争にともなう地球全体の焦土化で,人類を含め,地球上の多くの生命体が絶滅してしまうことになります.まさに「戦争こそ環境破壊の最大の元凶」といえるのは確かなのですが,このような大規模世界戦争が終焉したと思われる現代においては,戦争準備段階における環境破壊,戦争に付随して生じる行為の環境破壊,戦争後にも継続する環境破壊を考えなければならないのではないかと思います.それによって,なんと人類は馬鹿げたことに資源とエネルギー(と人間の能力)の無駄遣いをしているかがわかると思うからです.

戦争準備段階の環境破壊の一つは軍事基地や演習地の造成で,沖縄を見れば明らかなように,安全保障のためだといって国土を取り上げて軍事基地や演習地に転用し,豊かな海浜を埋め立てて飛行場にしようとしています.また,武器の開発・実験のための環境破壊の一例は,マーシャル諸島において原水爆実験のために放射能まみれの島にしてしまったことでしょう.にもかかわらず,住民がそこに居住することが強制されています.兵器用のプルトニウム生産のための,ハンフォード原子炉施設周辺は深刻な核汚染が生じており,その処理のために100年という時間と1000億ドルという予算が必要とされています.同様の問題が世界に共通して起きているのです.

戦争に付随する行為とは,たとえば地雷が埋め込まれたり,劣化ウランの汚染が深刻になったりして耕作地が放棄され,そこで暮らしていた住民たちが難民となって故郷をあとにしていることで,これも環境破壊の明白な証拠といえるでしょう.あるいは農業用水路が破壊され,土地の砂漠化が進み砂塵が発生するようになって,ますます人が住めない不毛の土地の拡大が進んでいます.平和なとき

「私たちはこの星の未来に責任がある」ーの図

に自然保護区として管理されていた区域も，戦争が起こると管理ができなくなって密猟が増え，希少動物の減少に拍車がかかるということが起こっています．

戦争後にまで継続する環境破壊は，以上に述べたような弊害が戦争後にも続くことはむろんのこと，地雷のような埋設兵器はいったん埋設されると半永久的に無差別に危害を与え，生物兵器や化学兵器の不用意な廃棄によって被害を受けている人々もいます．そのような危険な兵器が廃棄されてまだ 100 年も経たないうちに，さてどこに放棄されたのかわからなくなっていることを考えれば，核兵器・核廃棄物の処分の 100 年後は一体どうなっていることでしょうか．

戦争に関わる諸々の側面における環境破壊の危険性を簡単にまとめましたが，これらを見るだけでも，戦争がもたらす環境破壊はあらゆる側面で人類の持続可能性と矛盾することは明らかといえるのではないでしょうか．

イラスト：えびなみつる

月刊 天文ガイド 協賛

天文ガイド推薦講師同行！

台湾・嘉義 金環日食観測ツアー

金環食 継続時間 約60秒

2020年最初の日食はアフリカ中央部、アジア中東、インド北部、中国、台湾、グアム沖まで各大陸で広く金環日食が観測ができます。
今回の観測地は、親日で知られるお隣りの国、台湾の中部の中都市・嘉義（かぎ）です。
観測だけでなく、人気の阿里山等の大自然や台湾の食文化、地元の天文ファンの方々との交流も楽しめます。
夏至の日に起こる神秘の天体ショーへご一緒しませんか。

旅行期間と旅行代金：大人２名1室利用
- ●4日間コース2020年6月20日（土）～6月２３日（火）4日間１88,000円
- ●5日間コース2020年6月20日（土）～6月24日（水）5日間２18,000円

■最少催行人員：各コース20名　■添乗員：同行いたします
■利用航空会社：ﾁｬｲﾅ・ｴｱﾗｲﾝ（予定）　■利用予定ホテル：各地４ツ星クラス
■１人部屋追加代金 ４日間４５,０００円、５日間５５,０００円
■燃油サーチャージ、各国出国税等別途必要です。

協力 Vixen
参加特典！
ビクセン製
オリジナル日食グラス
プレゼント

阿里山・小笠原山観景台（ｲﾒｰｼﾞ）

★福岡空港、関西空港、中部空港からの発着も承ります。詳しくは下記記載のツアーお申込みページをご参照ください。

4日間	5日間	日程	都市名	スケジュール	食事
①	①	6/20（土）	東京(成田)発 台北(桃園)着 嘉　義	09：30頃　空路、台北（桃園空港）へ 12：10頃　着後、専用車で嘉義へ（約3時間） 夕刻、金環日食観測地の下見 のち、嘉義市内ホテルへ　【嘉義市内泊】	機 夕
②	②	6/21（日）	嘉　義	午前、北回帰線・太陽館、故宮博物院・南院など見学 午後、嘉義市内又は近郊の金環日食観測地へ **金環日食観測　食の最大16時14分頃** 夜、夕食会（台湾の天文ファンとの交流も検討中） 【嘉義市内泊】	朝 昼 夕
③	③	6/22（月）	嘉　義 阿里山	午前、陸路台湾中部山岳観光地の阿里山へ 途中、奮起湖駅周辺の風光明媚な老街を散策 午後、ホテルチェックイン後、「阿里山国家森林遊楽区」の散策へ　夜、専用バスにて夕食後星空が美しい「小笠原山観景台」へ　【阿里山泊】	朝 昼 夕
④	④	6/23（火）	早朝、鉄道（祝山線）で阿里山のご来光へ 4日間コース：ホテルで朝食後、専用バスにて桃園空港へ、途中昼食 台北（桃園）発16:20頃 空路成田へ 東京（成田）着20:30頃　到着	5日間コース：ホテルで朝食後、専用バスにて日月潭へ 湖畔の散策、遊覧船乗船、文武廟観光後、ホテルへ　【日月潭泊】	朝 昼 夕
	⑤	6/24（水）		午前、専用バスにて桃園空港へ、途中昼食 台北（桃園）発16:20頃 空路成田へ 東京（成田）着20:30頃　到着	朝 昼 機

北回帰線・太陽館（ｲﾒｰｼﾞ）

奮起湖の老街（ｲﾒｰｼﾞ）

故宮博物院・南院（ｲﾒｰｼﾞ）

阿里山のご来光（ｲﾒｰｼﾞ）

日月潭（ｲﾒｰｼﾞ）

旅行企画・実施：西鉄旅行株式会社

観光庁長官登録旅行業第579号
(社)日本旅行業協会正会員

ボンド保証会員　旅行業公正取引協議会会員

※観測地のご案内：
現在数ヶ所に絞って最終調整中です。確定次第本誌及び西鉄旅行ホームページでお知らせいたします。

■日食データ（嘉義中心部の場合）

食の始まり	14：49：22
中心食の始まり	16：13：44
金環食の最大	16：14：14
中心食の終わり	16：14：44
食の終わり	17：25：54

お申込み・お問い合わせ先

西鉄旅行株式会社 ウェブ販売センター東京　<天文観測ツアー係>
E-MAIL：tenmon@travel.nnr.co.jp
TEL：03-6742-0345　FAX：03-6742-0349
〒113-0033　東京都文京区本郷3-10-15 JFAﾊｳｽ5階
営業時間　月～金 9：30～18：00／土・日・祝 休
総合旅行業務取扱管理者：小野 勝彦

※本ツアーは当広告でのお申込みは受け付けておりません。
下記WEBサイトよりお申込みください。

お申込みはこちらから
http://www.nishitetsutravel.jp/tenmon/

「月刊天文ガイド」協賛

2020年6月21日 台湾・金環日食観測ツアー

ツアー観測地での金環食継続時間 59秒

※平均月縁による計算

雲林縣で金環日食を観測

旅行代金 149,000円

日程 2020年6月19日(金)~6月22日(金)4日間

利用予定ホテル 城市商旅真愛館（高雄）、台南大飯店（台南）、城市商旅南西館（台北）同等クラス

天文ガイド協賛 2020年6月21日 台湾金環日食観測ツアー

	月日	発着都市	交通機関	スケジュール	食事
1	2020 6/19 (金)	東京（成田）発 高雄着	CI-103 専用バス	【12:20】空路、高雄へ 【15:20】到着後、ホテルへ 夕食後、六合夜市見学 <高雄泊>	朝：× 昼：機 夕：○
2	6/20 (土)	高雄 台南	専用バス	【午前】高雄市内観光（蓮池潭、寿山公園、総合民芸店） 【午後】台南へ 台南市内観光（赤崁楼、延平郡王祠、孔子廟） 【夕刻】ホテル着 【夜】ホテル内にて事前勉強会 <台南泊>	朝：○ 昼：○ 夕：○
3	6/21 (日)	台南 嘉義近郊 台北	専用バス	【午前】観測場所へ移動 【午後】14:49～17:25 金環日食観測 観測後、台北へ移動 途中、夕食（打ち上げパーティー）。夕食後、台北へ 【夜】台北のホテル着 <台北泊>	朝：○ 昼：× 夕：○
4	6/22 (月)	台北 台北（桃園） 成田	専用バス CI-108	【午前】簡単な台北市内観光（忠烈祠、総合民芸店） 【午前】空港へ 【14:30】空路、帰国の途へ 【18:55】到着	朝：○ 昼：× 夕：機

※ 上記日程は現地事情により変更となる場合もございますので予めご了承下さい。
※ 天候の状況により、ツアー内容の変更をする場合がございます。また金環日食は自然現象のため、天候などの理由によりご覧いただけない場合がございます。その場合の旅行代金の変更はございませんのであらかじめご了承下さい。
※ 時間帯の目安／早朝＝04：01～06：00　朝＝06：01～08：00　午前＝08：01～12：00
午後12：01～18：00　（昼＝12：01～14：00　夕刻16：01～18：00）
夜＝18：01～23：00　深夜23：01～04：00

観測サイトは視界の良い学校のグラウンド（インストラクター同行）

夜は自由に、夜市巡りも楽しい

■ **旅行代金に含まれないもの／**
一人部屋利用追加代金 22,000円
燃油サーチャージ 5,600円（2020年02月17日現在）
空港使用料 2,660円
現地空港税 1,940円
出国税 1,000円

■ **利用予定航空会社**／CI（チャイナエアライン）

■ **添乗員が同行いたします**

■ **最少催行人員** 15名様

■ **食事回数** 朝食3回・昼食1回・夕食3回

※掲載のツアーは当広告でのお申し込みは受け付けておりません。資料請求は下記までご連絡ください。

旅行企画・実施

［日通旅行株式会社 団体営業部］

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル1階
観光庁長官登録旅行業第1937号
総合旅行業務取扱管理者：谷 雄輔

一般社団法人 日本旅行業協会

旅行業公正取引協議会会員

お問い合わせ

日通旅行株式会社 団体営業部 営業第4課

TEL:03-6256-0174 FAX:03-6212-1523

営業時間 月～金／09:00～18:00（土･日･祝日は休み）
担当：小山・谷 E-mail：tsu-koyama@nittsu.co.jp
※電話は繋がりにくい場合がありますので、メールもしくはFAXにて、住所･お名前･電話番号をお知らせください。

「月刊天文ガイド」協賛、「天文年鑑」協力

ツアー参加者に天文年鑑 2021 年版をプレゼント！（予定）

2020年12月14日
皆既日食の
継続時間
2分5秒

エンタンシアでホームステイ

アルゼンチン パタゴニア皆既日食と 2 大国立公園訪問 12日間

2020年12月10日（木）発

2/10（月）
午前10時
申し込み
受付開始

ゲストハウス宿泊プラン　978,000 円（予価）

キャンプ宿泊プラン　918,000 円（予価）

※別途、燃油サーチャージ約 21,000 円と空港税約 24,500 円がかかります（2020 年 1 月 1 日現在）

	月日	スケジュール	食事
1	2020 12/10（木）	**東京 → AA 直行便（12 時間） → ダラス（乗継） → AA 直行便（10.5 時間） →** 夕、東京を出発。ダラスで飛行機を乗り継ぎ、ブエノスアイレスへ向かいます。［機内泊］	一 一 機
2	12/11（金）	**→ ブエノスアイレス** 午前、ブエノスアイレス着後、専用車で市内へ。その後、ブエノスアイレスの市内観光へ。夜は、アルゼンチン名物のタンゴショーを観賞しながらの夕食をお楽しみください。［ホテル / ブエノスアイレス泊］	機 一 夕
3	12/12（土）	**ブエノスアイレス → AR 直行便（2 時間） → ネウケン → パタゴニア** 早朝、国内線空港へお送りします。朝の国内線でネウケンへ。着後、専用車でパタゴニア・エスタンシアへ約 2 時間のドライブです。着後、ブリーフィング。食事はエスタンシアにて。［ゲストハウスまたはキャンプ / パタゴニア・エスタンシア泊］	朝 昼 夕
4	12/13（日）	**パタゴニア・エスタンシア滞在** 終日フリータイムです。観測機材の準備など進めてください。ご希望で乗馬体験、釣りのオプションもございます。食事はエスタンシアにて。夜はご希望で星空撮影会も開催可能です。［ゲストハウスまたはキャンプ / パタゴニア・エスタンシア泊］	朝 昼 夕
5	12/14（月）	**パタゴニア・エスタンシア滞在** 朝食後、各自日食観測準備。11 時 45 分に食がはじまり、13 時 9 分 2 秒に食の最大を迎えます。約 2 分 5 秒の天体ショーをお楽しみください。夜は、ご希望で星空撮影会も開催可能です。［ゲストハウスまたはキャンプ / パタゴニア・エスタンシア泊］	朝 昼 夕
6	12/15（火）	**パタゴニア → バリローチェ → AR 直行便（2 時間） → エル・カラファテ** 朝食後、専用車でバリローチェへ。途中、渓谷や湖の眺望をお楽しみください。空港着後、チェックイン。午後の国内線でエル・カラファテへ。［ホテル / エル・カラファテ泊］	朝 昼 夕
7	12/16（水）	**エル・カラファテ → ロス・グラシアレス国立公園 → エル・カラファテ** 朝食後、ロス・グラシアレス国立公園へ。着後、徒歩で巨大なペリト・モレノ氷河の見学。その後、ボートでも氷河に迫ります。夕、エル・カラファテへ戻ります。［ホテル / エル・カラファテ泊］	朝 昼 夕
8	12/17（木）	**エル・カラファテ → トーレス・デル・パイネ国立公園** 朝食後、専用車でチリへ入国。その後、トーレス・デル・パイネ国立公園へ。［ホテル / トーレス・デル・パイネ国立公園泊］	朝 昼 夕
9	12/18（金）	**トーレス・デル・パイネ国立公園滞在** 朝食後、終日トーレス・デル・パイネ国立公園の観光へ。美しい山岳風景、グレイ湖へのハイキングもございます。［ホテル / トーレス・デル・パイネ国立公園泊］	朝 昼 夕
10	12/19（土）	**トーレス・デル・パイネ国立公園 → エル・カラファテ → AR 直行便（3 時間） → ブエノスアイレス → AA 直行便（12 時間）** 朝食後、アルゼンチンへ再度入国。エル・カラファテの空港へ。国内線でブエノスアイレスへ。着後、飛行機を乗り換え、帰国の途へ。［機内泊］	朝 一 機
11	12/20（日）	**ダラス → AA 直行便（13.5 時間） →** 早朝ダラス着後、飛行機を乗り換え。午前の飛行機で東京へ。［機内泊］	機 一 機
12	12/21（月）	**→ 東京** 午後、東京着。	機 一 一

※利用航空会社により、乗り継ぎ地が変更になります。

日食観測地は個人所有の牧場内

テント泊は満天の星空が楽しめる

叙情的な音楽と踊りの融合、アルゼンチンタンゴ

絶品アルゼンチンワインも味わえる

アルゼンチンの牛肉料理「アサード」

- ■最少催行人数／ 12 名様（最大 18 名様）　■添乗員／同行します
- ■インストラクター／同行します
- ■食事／朝食8回　昼食7回　夕食8回
- ■利用予定航空会社／アメリカン航空（AA）、デルタ航空（DL）、アルゼンチン航空（AR）、ラン航空（LA）など
- ■利用予定宿泊施設／各地 3 つ星クラス
  ノガロ（ブエノスアイレス）、カンペケ（エル・カラファテ）、ホステリア・ペホエ（トーレス・デル・パイネ国立公園）または同等クラス。パタゴニア・エスタンシアはゲストハウスまたはテント泊
- ■一人部屋追加料金／ 50,000 円
  ただし、エスタンシア滞在中は相部屋となります。テント宿泊プランの場合は、一人 1 テント、マットレス、寝袋をご用意します

米国電子渡航証 ESTA の申請が必要です。

※資料請求は下記までご連絡ください。

お問合せ　旅行企画 実施　**株式会社 道祖神**
アドベンチャーワールド
観光庁長官登録旅行業第757号
〒141-0031 東京都品川区西五反田 7-24-4
KUビル 7F
総合旅行業務取扱管理者：海野和久
(社)日本旅行業協会正会員

TEL:03-6431-8198
FAX:03-6431-8663 E-mail:adv@dososhin.com
ホームページ:http://www.advworld.jp
●営業時間 月曜日～土曜日 9：30～18：30（日・祝日は休日）
※電話は繋がりにくい場合がありますので、メールもしくはFAXにて、住所・お名前・電話番号をお知らせください。
担当：佐藤哲康

TG テンモンガイド 情報局

TG情報局では，天体望遠鏡・冷却CCDカメラ・デジタル一眼レフカメラなどの新製品情報をはじめ，天文の最新ニュース・新天体発見など，さまざまな話題を毎号，皆さまにお届けします．また，天文に関する情報・イベント開催の告知や報告・天体観測の結果報告などがございましたら，TG情報局係にお送りください．

イラストレーション：丸山一葉

TOPICS

今年も新製品が続々発売！

ニコンD6，オリンパス OM-D E-M1 MarkⅢ

残念ながら今年のCP＋は中止となってしまいましたが，各社からさまざまな新製品が発表・発売されています．まず，カメラ界の大きなニュースとしては「ニコンD6」と「オリンパスOM-D E-M1 MarkⅢ」の発売でしょう．ニコンD6はいわずと知れたニコンフラッグシップモデル．画素数こそ2082万画素と控えめですが，高速連続撮影はAF/AE追従で約14コマ/秒，拡張ISO102400を誇ります．天体撮影用途で進化した点はMモードで900秒（15分）の長時間露出に対応したという点でしょうか．天体写真の撮影をメインで考えるのならD850 の後継機に期待したいところです．最近各社フラッグシップモデルは高速AFや速写性に特化したモデルになっており，天体や風景などに適したモデルは別ラインナップとして用意するようになってきているようです．次にOM-D E-M1 MarkⅢですが，まさにこれは後者のモデルで，画素数は従来モデルと同じ2000万画素ですが，新開発の画像処理エンジン「TruePic Ⅸ」を搭載することでフラッグシップのE-M1Xと同等の手持ちハイレゾショットやライブND，ボディ単体で最大7段分の手ブレ補正を実現しています．特筆すべき点としては新開発のアルゴリズムを用いた「星空AF」を搭載した点．さらにうれしいのは本体のUSB端子経由での充電，給電にも対応したこと．これで安心して天体撮影に臨めますね．

今年はほかにもキヤノンがミラーレスの「EOS R５」の開発発表もしていますし，ニコンD850の後継機もそろそろ欲しいところですね．また，ソニー，パナソニックもフルサイズミラーレスのラインナップを増やしてきそう…．中国からも興味深いレンズがたくさん入ってきそうですし，今年度のカメラ市場もおもしろくなりそうです．

（青柳敏史）

ニコンD6
価格：798,600円（税込）
発売予定：3月ごろ

オリンパス
OM-D E-M1 MarkⅢ
価格：217,800円（税込）

※価格は公式オンラインショップのもの．

口径80〜150㎜の
3枚玉EDアポ・レンズ採用

Sky-Watcher ESPRIT 鏡筒シリーズ

（株）サイトロンジャパン（販売店：シュミット）取り扱いの「Sky-Watcher」から，エアスペースタイプ3枚玉EDアポクロマートを採用したESPRIT（エスプリ）シリーズ鏡筒4機種「ESPRIT 150ED」「ESPRIT 120ED」「ESPRIT 100ED」「ESPRIT 80ED」が3月上旬に発売される．付属のフラットナーと筒内のナイフエッジバッフルシステムにより，像面は平坦で高コントラストの画像が得られ，天体写真撮影で優れた性能を発揮する．3インチラックピニオン式デュアルスピードリニアパワーフォーカサー（80EDのみ2.7インチ）を採用し，フォーカサー回転装置も装備している．（井川俊彦）

※価格は公式オンラインショップのもの．

Sky-Watcher「ESPRIT 150ED」
希望小売価格：￥785,000（税別）
対物レンズ有効口径：150㎜，焦点距離：1,050㎜，
口径比：F7，鏡筒重量：約15kg
Sky-Watcher「ESPRIT 120ED」
希望小売価格：￥397,500（税別）
対物レンズ有効口径：120㎜，焦点距離：840㎜，
口径比：F7，鏡筒重量：約10kg
Sky-Watcher「ESPRIT 100ED」
希望小売価格：￥310,000（税別）
対物レンズ有効口径：100㎜，焦点距離：550㎜，
口径比：F5.5，鏡筒重量：約6kg
Sky-Watcher「ESPRIT 80ED」
希望小売価格：￥222,500（税別）
対物レンズ有効口径：80㎜，焦点距離：400㎜，
口径比：F5，鏡筒重量：約4kg
発売予定日：いずれも3月上旬ごろ
各機種共通付属品：フラットナー，M48キヤノンカメラアダプター，2インチ天頂ミラー，9×50ファインダー，鏡筒バンド，ロスマンディ規格プレート（80EDのみビクセン規格プレート），キャリングケース．

ブライアン・メイさんとサイン入りの45㎝屈折望遠鏡を囲んでの記念撮影（写真提供：花山天文台）

京大天文台基金Webサイト
https://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/kikin/

クイーンのギタリスト
“日本のアマチュア天文学の聖地”へ

Dr.ブライアン・メイ，京大・花山（かざん）天文台を訪問！

英ロックバンド「Queen（クイーン）」のギタリストで天文学者（天体物理学博士）でもあるブライアン・メイさんが，日本公演中の1月27日，プライベートで京都大学理学研究科付属「花山天文台」を訪問した．前天文台長である柴田一成教授がイギリスの研究者経由でコンタクトを取り，熱いラブコールにメイさんが快諾，実現した．同天文台は1929年に設立され，日本のアマチュア天文学界の発展に大いに貢献し「アマチュア天文学の聖地」との異名を持つ．しかし，近年の予算削減で運営が厳しく，同天文台では存続のための寄付金募集活動を行なっている．事情を知ったメイさんは，「自分も賛同します！サポートします！」と口径45㎝屈折望遠鏡架台に「FOREVER!!」とサイン付きメッセージで応援した．（井川俊彦）

都会で聴きたい星の歌

青木慶則「冬の大六角形」EP

たまに話題にあがる“星空に似合う曲”．私の最近のおすすめは，青木慶則（ex.HARCO）さんの「冬の大六角形」です．あまり星の見えない都会にいてちょっと疲れた帰り道，「冬の大六角形を心に描こう…」と歌うのを聴くと，よし，お仕事がんばって週末は星を見に出かけるぞー！って気持ちになります．春間近ですが，この歌を聴きながら今年の冬を見送りたいです．（中野博子）

「冬の大六角形」青木慶則
Symphony Blue Label
SYBL-0003
定価：1,800円（税込）
青木慶則Webサイト
https://www.yoshinoriaoki.com

天文ガイド協賛，西鉄旅行主催
宮古島・部分日食ツアー

6月21日は全国で部分日食が見られます．南西諸島では太陽の9割ほどが欠ける，食分が大きい部分日食となります．天文ガイドでは，近年リゾート地としても人気の高い宮古島を観測地とした部分日食観測ツアーを6月20日（土）〜22日（月）の3日間コースの予定で企画中です．詳細が決まり次第，主催の西鉄旅行ホームページでお知らせします（本誌5月号でも告知予定）．ぜひご検討ください．（編集部）

西鉄旅行（株）ホームページ
https://www.nishitetsutravel.jp/tenmon/

ニュートリノ天文学の発展に向けて
ハイパーカミオカンデ計画が正式に開始

ハイパーカミオカンデは，岐阜県飛騨市の旧神岡鉱山内に建設が予定されている超大型水チェレンコフ光検出装置である．ニュートリノ振動を発見したスーパーカミオカンデの流れを汲む装置で，直径68m，深さ71mの円筒形のタンクに超純水を満たしたものだ．タンクの内壁には超高感度光センサーが4万本も取り付けられ，ニュートリノと水分子が衝突して発するチェレンコフ光を検出する．その規模はスーパーカミオカンデの約10倍で，ニュートリノの質量の順番の決定や，大統一理論から予言される陽子崩壊の探索などが行なわれる．2020年1月，第201回通常国会においてハイパーカミオカンデ計画の初年度予算36億円を含む2019年度補正予算が成立し，同計画が正式に開始される．実験開始は2027年度を目指しているという．（塚田 健）

米エクスプローラー・サイエンティフィック社の鏡筒3種
ビクセンが取り扱い開始

昨年12月中旬，ビクセンが米国天体望遠鏡メーカー，エクスプローラー・サイエンティフィック社の日本総代理店契約締結を発表したが，早速，屈折式鏡筒3機種「ED102 FCD-100 Triplet APO Refractor」，「ED80 FCD-100 Triplet APO Refractor」，「AR102 Air-Spaced Doublet Refractor」の取り扱いを開始する．「ED102」と「ED80」は，いずれもエアスペース型トリプレットレンズを採用，3枚玉の真ん中にED（特殊低分散）レンズを配置し，色収差を抑えたフォトビシュアル屈折望遠鏡だ．接眼部は，マイクロフォーカサー搭載のラック＆ピニオン式合焦機構（目盛付）で精密なピント合わせが可能，加えて360°接眼部回転機構が組み込まれているため，カメラや双眼装置を装着したまま回転でき，構図の調整などに重宝する．また対物フードは伸縮式でコンパクトな収納が可能．「AR102」は口径・低価格・コンパクトさを重視したアクロマートレンズ採用の屈折望遠鏡だ．3機種とも鏡筒本体にビクセン規格のアタッチメントレールを装備しているので，ビクセンSXシリーズ赤道儀などへ搭載可能だ．（井川俊彦）

ED102 FCD-100 Triplet APO Refractor鏡筒
価格：217,800円（税込）
口径102㎜，焦点距離714㎜（F7.0 EDアポクロマート）屈折式望遠鏡，長さ625㎜，外径107㎜，本体4.9kg．

ED80 FCD-100 Triplet APO Refractor鏡筒
価格：154,000円（税込）
口径80㎜，焦点距離480㎜（F6.0 EDアポクロマート）屈折式望遠鏡，長さ365㎜，外径94㎜，本体2.6kg．ED102，ED80共通付属品：延長チューブ68㎜×2個，ファインダー別売．

AR102 Air-Spaced Doublet Refractor鏡筒
価格：75,900円（税込）
口径102㎜，焦点距離663㎜（F6.5 アクロマート）屈折式望遠鏡，長さ650㎜，外径107㎜，本体4.1kg，暗視野8倍50㎜ファインダー付．

ED102，ED80，AR102共通スペック・付属品：接眼部パーツ取付サイズ→ネジ込み／68㎜差し込み／50.8㎜，31.7㎜（31.7㎜変換アダプター付），31.7㎜径接眼レンズ（別売）使用可，写真撮影：可（別途カメラアダプターなど併用），太陽観察：不可，天頂ミラー50.8㎜（31.7㎜変換アダプター付）付属．

※価格は公式オンラインショップのもの．

新たに2つの条例を制定

神津島村，東京都初の「星空保護区」認定を目指す

神津島は伊豆諸島の島の一つで，島全体が東京都神津島村に属する．周囲は約22km，人口はわずかに1910人だ．そんな神津島村が目指しているのが，NPO法人国際ダークスカイ協会（IDA）が認定する「星空保護区」だ．認定されるためには非常に厳しい条件をクリアしなければならず，同村では2019年12月に「神津島村星空公演条例」と「神津島村の美しい星空を守る光害防止条例」を制定，村内の全街灯を，基準を満たすものに交換する決断も下した．東京オリンピック・パラリンピック前の2020年6月の申請を目指し，村民への説明会なども盛んに開催していくという．

神津島は東京の竹芝桟橋ターミナルから高速船で約2時間20分と，首都圏からのアクセスが比較的いい．星空以外にも海水浴やダイビングが楽しめ，夜になれば満天の星を楽しむことができる温泉もある．ぜひ一度，足を運んでみてはいかがだろうか．（塚田 健）

11等星が金星に匹敵する明るさに!?

や座V星が今世紀後半に合体する可能性

夏の大三角の中に位置する小さな星座・や座．その片隅，こぎつね座との境界に近い位置に，や座V星という変光星がある．太陽の約0.8倍の質量を持つ白色矮星（主星）と，太陽の3.3倍の質量を持つ恒星（伴星）が互いに周囲を回り合う連星だ．公転周期はわずかに12.34時間と両星は非常に接近していて，伴星から主星へ，年に地球約6つ分の質量のガスが流れ込んでいる．

2020年1月，アメリカ天文学会において，両星の公転周期が短くなり続けており，2067年～2099年に合体して爆発的に明るくなる可能性があるという研究成果が発表された．ピーク時は金星に匹敵するほど明るくなり，その状態が1ヵ月ほど続く可能性があるという．両星は合体後，白色矮星を伴星由来のガスが取り囲み，そこで水素の核融合反応が起きて単一の赤色巨星になると考えられている．予想されている時期まで早くて47年．若い読者の皆さんはぜひ長生きをして，世紀の天文現象を目にしてほしい．（塚田 健）

INFORMATION

「月刊天文ガイド」ホームページでは，さまざまな天文関連の情報やイベントの告知，本誌への投稿・お問合せもしていただけます．ぜひご覧ください！

https://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/

ゆずる・もとむ 交換コーナー

応募について　「交換コーナー」（ゆずる・もとむ）への応募は，葉書，封書，FAX，または天文ガイドホームページ投稿欄までお願いします．以下の項目を明記してください．掲載は抽選です．1.氏名　2.郵便番号，住所　3.電話番号（編集部からの確認用です）　4.E-mailアドレス　5.コーナー名（「ゆずる」または「もとむ」）　6.メーカー名，製品名（型番），希望価格，送料の有無，そのほか条件などありましたらご記入ください．

各コーナーへの 投稿大募集

●読者SPACE！・一般投稿※　読者と読者，読者と編集者の対話のページです．皆さんのご意見をどんどん応募してください．マンガやイラストの投稿も大歓迎！ 粋なカットをお待ちしています．

●フォトれぽ※　写真に一言コメントを添えて．イベント報告，日々のスナップ，何でもOK！

●プライベート天文台　編集部が取材にうかがいます．天文台の概要を書き添えてお送りください

●同好会誌紹介　会誌や会報を通じて，同好会の活動を広くご紹介します．同好会ご自慢の会誌・会報をご送付ください．

応募先はこちら　〒113-0033 東京都文京区本郷3-3-11（株）誠文堂新光社「天文ガイド編集部」○○係　ご応募は天文ガイドホームページhttp://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/からお願いいたします．※印の付いた投稿で掲載された方には本誌特製の図書カードを進呈いたします．なお，掲載は抽選です．

読者SPACE!

昨年末の金環日食@グアムで
さまざまな撮影にチャレンジした下条さん.
その中の一つをご紹介.
台湾だったら，イラスト何がいいかな～？(ヒロ)

16時52分ごろ

16時54分ごろ
(第2接触直前)

16時55分ごろ
(金環日食)

最大食のころ，ピンホールとファインダー両方の像を投影してみました.

日食記念写真のアイデア

下条博美（栃木県那須塩原市）

100円ショップで乳白色の塩ビ板を2枚購入し，油性の黒のスプレーを吹きかけます．乾燥のあとに水性の修正液で文字や絵を描きました.『Guam 2019.12.26』と書いたボードには，ガスコンロで先端を加熱したキリで穴をあけました．これでピンホール投影像を記録しようと計画しました.

さて，日食本番を迎えていざピンホールを投影してみると，なかなかよさそうです．反省点は，少し穴が大きかった（？）こと．もう少し小さい方がより鮮明な像を結んだことと思いました．挿絵が少し大き過ぎたかな…．ところが，拡大撮影に持ってきたタカハシFS-60Qのファインダーの像を投影板に映してみたところ，像が大きいためたいへん見やすく，またよい記録にもなりました．これには近くで日食を見ていた多くの方々にも好評を頂き，記念に…と思い思いに写真を撮っていかれました．金環になっても人の波は絶えず，リップサービスをし過ぎて第3接触を見逃してしまいました…(*_*;) それでも最大食のきれいな真円となった金環日食を撮影できたことや，ピンホール・ファインダーを使った投影像を多く撮影できたことに加え，楽しみや喜びを多くの方々と共有できたため，とても楽しい時を過ごせました.

● グアム金環日食レポートから抜粋させていただきました．ピンホールで文字や絵を描くのは定番ですが，望遠鏡のファインダーの像をイラスト内に投影するのはいいアイデアですね！ 周りの人にもとってもよい記念写真になりましたね．(さ)

南天の星がいっぱい

甲斐芳英（愛知県刈谷市 47歳）

ニュージーランドのテカポ湖で記念撮影～．小型ミラーレス機でお手軽撮影です.

勝野源太郎の

BOOK GUIDE

世界の美しい夜空

ババク・タフレシ 著
片神貴子 訳
29㎝×23.5㎝判
240ページ　3,600円+税
玄光社

思わず息をのむような「夜空写真集」，世界にはこんな空間があったのですね．ここの被写体のいくつかは，皆さんも見たことがあるはず．でも，そこからこういう画像を切りだすとは．

この本は天体写真集ではありません，夜景写真もあります．天体そのものの天体写真としては彗星，流星や流星群など．天体ではありませんが，チャンス待ちの現象，オーロラや大気現象，火山現象など．さらに地上の風景や建築物，古木などと組み合わせて作りだした写真などもあります．

本書では6つのテーマに大きくまとめてあります．第1章：人類は，夜空もひとつ，第2章：世界遺産，第3章：かくされた宇宙，第4章：世界を揺るがした天文現象，第5章：壊れやすい暗闇の美，第6章：暗い夜が残る場所といった分類です．

巻末には「夜の風景写真の撮り方」（3ページ）の記事もあります．

著者のババク・タフレシ氏は，「The World at Night」の創設者でありリーダーも務め，『NATIONAL GEOGRAPHIC』『Sky & Telescope』などに写真が掲載される写真家．ヨーロッパ南天天文台とも一緒に仕事をしています．また，科学ジャーナリストとして数々のテレビ・ラジオ番組にも貢献しています．本書ではそのほか，藤井 旭さんがマックノート大彗星のすばらしい写真を提供しています．

星を楽しむ 双眼鏡で 星空観察

大野裕明・榎本 司 著
A5判　143ページ　1,800円+税
誠文堂新光社

「星を楽しむ…」シリーズは，この巻をもって全巻完結となります．星座を知りたい，月や惑星を望遠鏡で見てみたいという人たち，天文ファンが最初に手にする入門書として，うってつけのシリーズになりました．

内容は，「双眼鏡の使いかた」，「太陽系の観察」，「星空の観察」，「星空観察星図」，「双眼鏡の選びかた」の5章に分かれており，4章では8枚の6等星までの全天星図が付いています．5章では各メーカーの最新の双眼鏡が写真入りで，くわしく紹介されています．

木星・土星 ガイドブック

鳫 宏道 著
A5判　190ページ　3,000円+税
恒星社厚生閣

著者のお名前は，がん・ひろみちさん．1976年以来平塚市博物館で天文担当の学芸員として勤務．現在平塚市博物館館長，日本プラネタリウム協議会理事長などを兼任されています．

本書は木星や土星の観測ガイドにかたよらず，「第1章：神話から宇宙の仲間へ」に始まり「第2章：木星・土星の見方，楽しみ方」，「第3章：木星・土星の素顔」，「第4章：木星と土星の衛星」，「第5章：探査機の歴史と成果」，「第6章：巨大ガス惑星の形成をたどる」と，神話から探査機の歴史，太陽系形成の標準モデル（京都モデル）までを，豊富な図版，参考文献も含めて紹介してあります．

この春は，木星や土星，それに火星も夜明けの東の空に集まっており，夕方の西空には，金星が宵の明星として極大光度をむかえます．惑星の研究を始めるには好機といえるでしょう．

同好会誌紹介

小説や漫画，映画にテレビドラマなど，宇宙に関連する創作物は，今も昔もたくさんありますよね．そうしたものがきっかけで星や天文に興味を持った人も多いかもしれませんね．（マナミ）

むぎ星

●府中天文同好会（FAS）

手記「星春自叙伝　妹尾の場合」は，妹尾さんが宇宙に興味を持ち，やがてFASに入会するまでのお話です．

子どものころは「宇宙戦艦ヤマト」や「銀河鉄道999」，「スター・ウォーズ」，「スタートレック」などで宇宙に興味を持ち，「マリナー」「パイオニア」「ボイジャー」などの宇宙探査計画で鮮明な惑星の画像に驚愕し．

そして人生の転機は『（引用）本屋で偶然見つけた本が，中野主一さんが著した「マイコン宇宙講座」』だったこと．『この本はNECのPC-8001で天文関係のシミュレーションを行うための解説本で，実際にBASICのソースリストが載っているという優れもの』で，これを実際に動かしてみたいという思いが妹尾さんを突き動かします．『いまにしてみれば，ここでこの本に出会ったからこそ，ソフト開発が仕事になったようなものだと思っています』と妹尾さん．趣味にも仕事にもつながる運命の出会いだったんですね！

まがたま

●さいたま☆天文同好会

まがたま108号の特集は「住んでいるところ，住みたいところ」．巻頭を飾るKeiko8725さんの手記は，年末年始に見た懐かしい宇宙映画の話から．

まず1968年上映の「2001年宇宙の旅」ではAIの怖さを再認識しつつ，『（引用）宇宙船ディスカバリー号での宇宙生活の様子が凄い』と感激．またドキュメンタリー映画「アポロ11」では，『月面着陸という50年前の偉業を果たした宇宙飛行士と，それを支えた多くのスタッフの働き，再び感動でした』と，古い作品にも関わらず楽しめたご様子．一方2019年の「アド・アストラ」では，『冥王星付近で行方不明になった天文学者の父親を捜しに行く宇宙飛行士の話．とにかく遠い．すごく遠い．でも，宇宙はキレイ（たぶん）．（中略）宇宙旅行が遠い未来じゃない気がしてしまう作品』と，また違った感慨を持たれたようです．

ではKeiko8725さんの「住みたいところ」は？『もちろん，昔から宇宙にも住んでみたいとも思っていたのだけど，やっぱり，今住んでいる地球が，一番だなってことを思ったお正月明けの夜でした』とのこと．行くのと住むのは違いますもんね！

今月編集部に届いた同好会誌

あすてろいど99号（日本スペースガード協会）・宇宙NOW 358号（兵庫県立大学 自然・環境科学研究所　天文科学センター）・関西の空610号（関西天文同好会）・月刊うちゅう430号（大阪市立科学館 友の会）・ケンタウルス224号（加古川宇宙科学同好会）・渋谷の二番星70号（渋谷星の会）・天界1136号（東亜天文学会）・天報690号（山城天文同好会）・天文回報931号（日本流星研究会）・星くず359,360号（星☆クラブ横浜）・星屑539号（熊本県民天文台）・星盗人145号（西日本天文同好会）・まがたま108号（さいたま☆天文同好会）・むぎ星203号（府中天文同好会）・夢★星見人362,363号（高崎星を見る会）・酔星962,963号（西日本天文同好会）・れちくる451号（中野星の会）・「？」210号（名古屋市科学館友の会）・ISASニュースNo.466（宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所）

編集部宛てにご自慢の会誌・会報をお送りください．
送付先は72ページ参照．

天文月報 113巻4号

●EUREKA：超新星残骸へのジーナス統計の適応 –Ia型超新星はボコボコしている？【佐藤寿紀】地球の宇宙線起源同位体に記録された過去の極端太陽イベント【三宅芙沙】●シリーズ：天文学者たちの昭和　海部宣男氏ロングインタビュー（1）【高橋慶太郎】●IAUと日本の天文学の100年－地上観測分野を中心として－（2）【岡村定矩】

天界 3月号

●ほったらかしガイドの薦め【橋本裕二】●天界編集部が評価を一変させた、光川ひさし著『宇宙旅行』【小川誠治】●本田實先生、郷里の教材集に【大野智久】●望遠鏡とともに（13）【香西洋樹】●天石屋日食（3）【表 正彦】●天文台＆科学館めぐり（123）福岡市科学館 ドームシアター（プラネタリウム）【丹野佳代子】●新天体発見ニュース 板垣さんが超新星、岩本さんが新彗星を発見！！【編集部】●各課の活動報告●支部の例会報告

(M)(A) (S)(A)

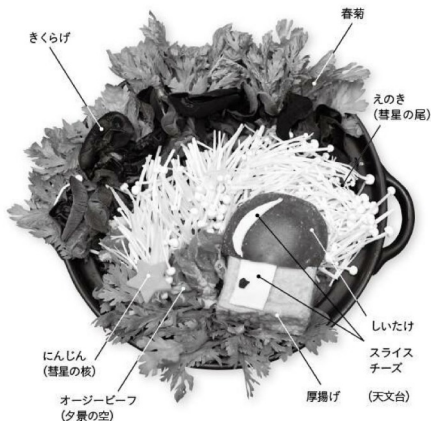
マサが行く!

エプロン姿もキマッてるでしょ!

マサ
日本各地の天文イベントをさすらう，謎のリポーター．天文ガイド誌上にてハイテンションでイベントリポートを綴るが，素顔はシャイで真面目なメガネボーイ．

なんでも煮込めば一件落着!?

曇りの夜はLet's Cooking～♪
マサ,「アストロ鍋」初挑戦！の巻

マックノート彗星風鍋

「アストロ鍋」って何？

マザでず(そろそろ花粉がきてますね…)．1月のとある花金(古っ！)，毎月天文ガイドでお世話になっているデザイン事務所で，編集部のメンバー(＋マサ)とともに新年会をすることになりました．何を持っていきましょうね～？ 天文らしいものがいいよね～，ということで思いついたのが「アストロ鍋」！(説明しよう！ アストロ鍋とは，藤井旭さん著『白河天体観測所』にも載っている由緒正しき鍋料理で，星にまつわる何かをなぜか無理矢理鍋で表現したものである！)

さて，どんな天文現象(鍋)にしようかと悩んだ末，2種類のアストロ鍋を作ることに決まりました．まず一つ目は『白河天体観測所』にも載っていた伝説(？)の「マックノート彗星風鍋」の再現，そしてもう一つは天文ガイドオリジナルレシピ・昨年撮影されたことで話題になった「ブラックホール(キムチチゲ)鍋」！「ここはきくらげで，ここはにんじんで…いや，それよりも…」などなど編集部で熱い議論を交わし，具材の構成も決定．それでは食材と土鍋を抱えていざ出陣～！

マサのお料理教室，スタート♪

では簡単にレシピをご紹介！ まず「マックノート彗星風鍋」のベースはしょうゆ味で，土台に白菜，大根，豆腐，長ねぎなど鍋に定番の食材を．その上に，天文台の観測室は厚揚げ，ドームはしいたけ，ドアとドームのスリットはスライスチーズをのせて．地面は春菊，

本日は雑誌でなく鍋の編集作業!?

クッキング，スタート！

カラーでお見せできないのが残念な出来栄えデス♡
※カラー写真は天文ガイドホームページで見られます！

夕景で赤くなっている空はオージービーフ（もちろんオーストラリアのチロ天文台だから！）．大きな彗星はえのきで表現．にんじんで彗星の核を作って，夜空はきくらげを敷き詰めて，完成です！

お次は「ブラックホール鍋」．スープはキムチの素，土台を白菜と豚肉を層で重ねて，最後にニラを敷き詰めて．その上に宇宙の黒い部分は一面きくらげ．ブラックホールシャドウ周囲のリングの淡い赤，白の部分は大根おろしやもみじおろしで表現．真ん中にうずらの薫製卵をいくつか載せれば完成〜！

それではフタをいたしまして，グツグツ煮込んで…ウンいい感じ．それではいただきま〜す．おっ，どちらも思っていたより（え！？）おいしい！上出来，上出来！ブラックホール鍋には途中でチーズをINしたりして楽しみました．結果，どちらの鍋もみんなでワイワイあっという間に完食．

鍋とビール，最高〜．まいう〜．

都会のど真中でしたので，星を見ながらというわけにはいきませんでしたが，天文関係の仕事仲間と一緒においしく楽しい時間を過ごすことができました．そしてひと仕事したあとのビールのおいしいこと！そんなわけで楽しかった分，チョットはめを外してしまい，マサも皆も飲み過ぎてかなり酔っぱらってしまったのはここだけの話…．

アストロ鍋，やってみたくなったでしょ？楽しいアストロ鍋のアイデアがあれば，ぜひマサに教えてくださいね〜．お待ちしてます！

皆さんでパチリ．このあと全員酔っぱらってしまい，たいへんなことに…．

マサに聞く！ 質問・お便り大募集!!

マサへの質問，応援，はたまたお悩み相談など，マサへのお便りを大募集！
「読者SPACE！」の投稿先へお送りください．心よりお待ち申し上げております〜♡

クイズに答えて"マサ缶バッジ"をゲット！

プチッと MASAクイズ！

「ブラックホール鍋」で宇宙空間の漆黒を表現した食材はなんでしょう？

A：海苔　B：チョコレート　C：きくらげ

回答者の中から抽選でマサオリジナル缶バッジをプレゼント！3月号の正解はAの「木星と土星の最接近」が正解したが，どれも（起こったら）楽しみということでA，B，Cどれを書いても正解にいたします！もし起こったら…と思うとドキドキ！

大好評！マサ缶バッジ，ブラックホールドーナツバージョン！

画像でツッコミ！ No.141

皆様から、「なんだコリャ？」「いいのかよ、オイ！」と言いたくなるような『ツッコミ画像』を募集しております。さて今回は、精力の付きそうな画像です。

「うなぎ屋？」

“冷却DDT”

これって鰻屋だよね。でも何かオモムキが違うなぁ？よく見ると看板に『釣堀』『鰻重』、さらに『氷』の提灯。不思議だ！投稿者の“冷却DDT”氏によると「以前、ミャンマーに行ったときに見かけた現地の鰻屋さん。先ず周りの鉄柵に目を引かれて、入ってしまいました。味は美味しかったけど…。それほど治安が悪いわけではなかったけれど鉄柵は妙でした。」なるほどね。しかし、本当に釣り堀なのかしら？鰻屋だけに、つかみどころのない店です。ミャンマーはワンダーランドだ！

画像でツッコミ応募先
Eメールでも投稿できます

【応募先】あなたの「ツッコミ画像」にツッコミどころの説明，または一句を添えて，天文ガイド編集部「ツッコミ画像係」までお送りください．

Eメールでの投稿は **tsukkomi10mon@yahoo.co.jp** からお送りください．

※「天文ガイドホームページ」からのデジタルデータの受付はしていませんので，ご注意ください．

柳家小ゑんの 星空川柳 第百三十七夜

今回のテーマ
「ぬくぬく○」「あつあつ○」

先日、“はやぶさ2”プロジェクトチームにも落語ファンがいると聞き、とっても嬉しい小ゑんです。てなこって、今回は「ぬくぬく○」または「あつあつ○」を上五にして五七五の句を詠んでいただく［ゆるみ笠附］です。位附を上位より、天晴れ・快晴・晴れ・時々晴れとし『江戸言葉遊び：雑俳』の式目に従い、上位三句には、何故この句が良いのかという理由付けとして、私の〈効キ〉をお附けいたしました。

天晴れ
あつあつな　リュウグウ土産　ドッキドキ　**反射男**
【効キ】はやぶさ2が持ち帰る夢

快晴
ぬくぬくを　恋う捨て猫に　ハントされ　**いつどこで**
【効キ】今じゃ炬燵で大あくびだニャ

晴れ
あつあつな　石焼き芋は　夜の声　**はじめ**
【効キ】ドップラー効果無く近付いてくる

時々晴れ
あつあつの　ベテルギウスは　どうなるの　**光源爺次**

時々晴れ
ぬくぬくと　カッポレ踊る　オリオン座　**慶太郎**

「天晴れ」上手い！　確かに、大気圏に突入して回収されるカプセルはあつあつだろうなぁ。無事な帰還を祈っています。「快晴」これはどうしたって見捨てておけない。でも、直ぐに我がもの顔に振る舞うのがお猫様です。「晴れ」“夜の声”というのがお手柄ですね。冬の情景が浮かびます。ゆっくりとね…、とホッコリしていたら、思わせぶりな句が？　そうか！　なるほどね。でも器用な足の指もあるからなぁ。てなことで〈効キ〉を附けて「ベタ曇」といたします。

ベタ曇
ぬくぬくな　炬燵の足で　ほほを染め　**ノギスの墓**
【効キ】相手間違えつねられる夜

そんな訳で、次回は［読み込み］で、お題は『鳥の名』とします。カラス・スズメ・鷲・白鳥・シジュウカラ・はやぶさ、と鳥の名前なら何でも有りです。それを五七五のどこかに入れて句をお詠みください。

例句
目立ちたい闇夜のカラス持つライト
俺だって星座なんだとツルが言い

こんな感じでお作りください。天文同好会の活動にも「星空川柳」いかがでしょう。さぁ、ビギナーからベテランまで、天文に関係ない句も歓迎です。御投句お待ちしております。「天晴れ」の句には、星座をモチーフにした森 雅之氏デザイン「小ゑんオリジナル手拭い」を差し上げます。

●第一三九夜　二〇二〇年六月号『鳥の名』の締切四月十三日

星空川柳応募先
Eメールでも投稿できます

【応募要領】住所・氏名・年齢・俳号を記し、「星空川柳」係までお送りください。
ハガキ、ファックスまたは天文ガイドホームページ
http://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/から投稿してください。

小ゑん師匠の星空落語スケジュール、CD情報はこちら *http://www.netlaputa.ne.jp/~ventain/KOEN/*　小ゑん師匠ツイッター *@koen6330*

つくばエキスポセンター
プラネタリウムリニューアル

**1985年の科学万博に登場し，傾斜館の先駆けとなった
つくばのプラネタリウムがリニューアル．
国際都市らしい取り組みにも注目だ．**

佐藤直美：取材・文

25.6mの大型ドームは東日本最大級．20度の傾斜で浮遊感を楽しもう．なお，オリジナル番組には日本語音声に日本語字幕を付けた「字幕投映」もあるので，そちらも活用したい．（写真提供：（公財）つくば科学万博記念財団）

つくばエキスポセンターは筑波研究学園都市に立地．聴覚障碍者をサポートする補聴援助システムや日本語字幕は，近隣の筑波技術大学の協力のもと改良を重ねている．（写真提供：（公財）つくば科学万博記念財団）

茨城県つくば市のつくばエキスポセンタープラネタリウムが，約2ヵ月間の改修工事を経て2月1日（土）に再オープン．開館以来3度目の大規模更新となる．

今回のリニューアルでは，全天周デジタル映像システムに「Media Globe Σ SE」を導入．同機はコニカミノルタプラネタリウムがフランス・RSA Cosmos社と共同開発した最新鋭のデジタルプラネタリウムシステムで，光学式投映機との統合は世界初．また，6台の4Kレーザープロジェクターを用いることで解像度は倍以上に向上，より明るく鮮明な映像表現が可能になった．「映像の美しさは圧倒的です．音響システムも一新し，迫力のある音も楽しんでいただけます」と学芸員の佐藤大亮さん．新番組「地球発，宇宙の彼方へ」は新システムを活用したオリジナル番組で，リアルな宇宙の姿と臨場感のある映像演出が見どころだという．

この番組を，さらに趣向を変えて楽しむなら，人気企画「英語音声上映」も要チェックだ．研究者や留学生など外国人の来館者が多い同館では，オリジナル番組の主音声を英語にした「英語版」を月2回上映，地元はもとより東京からも人が訪れるという．非日常的な映像を英語で鑑賞すれば，宇宙旅行気分がいっそう高まりそうだ．なお，英語版には日本語字幕が付くので，英語が苦手な方もご安心を．

このほか，星空解説番組やこども番組などもラインナップ．3月14日（土）には特別番組の上映初日イベントもあるので，スケジュールは公式サイトで確認を．

【つくばエキスポセンター】
〒305-0031　茨城県つくば市吾妻2-9
電話：029-858-1100
URL：*http://www.expocenter.or.jp/*
ドーム径：25.6m／座席数：232席
機種名：光学式投映機・INFINIUM L／全天周デジタル映像システム・Media Globe Σ SE
※3月14日（土）より特別番組「HAYABUSA2～REBORN（Long版）」を上映．初日は監督の上坂浩光氏による講演会を開催．

ASTRO SPOTS INFORMATION

インフォメーション募集

プラネタリウム，科学館，講演会，天文教室，星を見る会（観測会，観望会）などの天文イベント情報を募集しています．本誌編集部「インフォメーション係」までお寄せください．

北海道

りくべつ宇宙地球科学館(銀河の森天文台)
〒089-4301北海道足寄郡陸別町宇遠別
電話：0156-27-8100　休館日：月・火曜日，年末年始／入館料(昼間)：大人300円，小・中学生200円，(夜間)：大人500円，小・中学生300円　※陸別町民の方は入館料無料．
プラネタリウム番組
「今夜の星空」，「星空を見上げよう」開館日の土・日・祝日15時～，17時～，20時～定員：各回20名(先着順)※申込不要．
通常観望会
開館日に開催．料金：入館料のみ．※申込不要．
2019年度 銀河の森天文台 写真展
3月6日(金)～22日(日)

釧路市こども遊学館
〒085-0017北海道釧路市幸町10-2
電話：0154-32-0122　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始　※3月19日(木)まで，プラネタリウム休演．／展示室：大人600円，高校生240円，小・中学生120円／プラネタリウム：大人480円，高校生180円，小・中学生120円
ミニプラネタリウム 特別投影会
3月15日(日)までの土・日・祝日各日10時30分～，14時～　定員：25名程度(先着順)　料金：小学生以上100円

旭川市科学館サイパル
〒078-8391北海道旭川市宮前1条3丁目3番32
電話：0166-31-3186　展示室：大人400円，高校生250円，中学生以下無料／プラネタリウム：大人300円，高校生200円，中学生以下無料
天文台公開
午前：20cm望遠鏡で太陽の黒点を観測
午後：65cm望遠鏡で昼間の星を観測
料金：無料　※晴天時のみ実施．

札幌市青少年科学館
〒004-0051北海道札幌市厚別区厚別中央1条5丁目2-20
電話：011-892-5001　休館日：月曜日(祝日の場合は開館)，祝日の翌平日，毎月最終火曜日，年末年始／プラネタリウム：大人500円，中学生以下無料

札幌市天文台
〒064-0931北海道札幌市中央区中島公園1-17
電話：011-511-9624　休館日：月曜日，火曜日午後，祝日の翌平日，年末年始／観覧料：無料

なよろ市立天文台 きたすばる
〒096-0066北海道名寄市字日進157-1
電話：01654-2-3956　休館日：月曜日(祝日を除く)，祝日の翌平日（土・日曜日を除く），年末年始／大人410円，大学生300円，65歳以上200円，高校生以下無料
プラネタリウム番組
「星の旅 世界編」，「イマジン・ザ・ムーン 月への想い」，「見上げたその空の先に」
プラネタリウム特別投影 東日本大震災ドキュメンタリー
「星空とともに」3月7日(土)，8日(日)，「星よりも，遠くへ」3月14日(土)，15日(日)各日15時～，17時～
定員：各回50名
宇宙(そら)の写真展
3月15日(日)まで

東北

盛岡市子ども科学館
〒020-0866岩手県盛岡市本宮字蛇屋敷13-1
電話：019-634-1171　休館日：月曜日，毎月最終火曜日，年末年始／プラネタリウム：大人300円，4歳～中学生100円，3歳以下無料／展示室：大人200円，4歳～中学生100円，3歳以下無料）
プラネタリウム 子どもの時間
「こかぼうとあそぼう！～ながれぼしにいっぱいおねがーいの巻～」(3月31日(火)まで)
プラネタリウム 映像の時間
「ムーミン谷のオーロラ」(3月31日(火)まで)
プラネタリウム 星空の時間
「金星いつ見るの！夜でしょVS朝でしょ」(3月31日(火)まで)
ナイトミュージアム
3月7日(土)18時～20時

奥州宇宙遊学館
〒023-0861岩手県奥州市水沢区星ガ丘町2-12
電話：0197-24-2020　休館日：火曜日(祝日の場合は翌日)／大人200円，高校生以下100円
四次元デジタル宇宙シアター
月・木曜日14時～，土・日・祝日10時30分～，14時～
太陽観測の公開
晴天時11時ごろより開催．

仙台市天文台
〒989-3123宮城県仙台市青葉区錦ケ丘9-29-32
電話：022-391-1300　休館日：水曜日，第3火曜日(祝休日の場合はその直後の平日)，年末年始　※学校長期休業期間中は開館．／プラネタリウム：大人610円，高校生350円，小・中学生250円／展示室：大人600円，高校生350円，小・中学生250円
プラネタリウム 星空の時間
「今夜の星空散歩」
プラネタリウム こどもの時間
「手ぶくろを買いに」
プラネタリウム震災特別番組
「星空とともに」3月7日(土)，14日(土)，21日(土)，28日(土)各日19時40分～，「星よりも，遠くへ」土・日・祝日14時30分～，4月4日(土)19時40分～
天体観望会
毎週土曜日19時30分～21時30分　料金：大人200円，小・中学生100円　※天候により変更の場合あり．
移動天文台～ベガ号で星空ウオッチング～
3月6日(金)19時～21時　場所：杜の広場公園
料金：無料　※晴天時のみ開催．
仙台市天文台×東北大学大学院理学研究科
公開サイエンス講座　2019年度　第4回
「宇宙のはじまりとおわり：加速する宇宙ってなに?」
3月22日(日)14時～15時30分　講師：高橋史宜 氏
定員：100名　料金：無料
展示ツアー
毎週日曜日・祝日各日10時30分～，13時30分～
料金：展示室観覧料のみ
ひとみ望遠鏡案内
土・日・祝日11時～，12時30分～，14時～，15時30分～，平日15時30分～　料金：無料
トワイライトサロン
「天文台長 土佐誠の宇宙が身近になる話」
毎週土曜日17時～17時45分　料金：無料
星まちタイム
毎週土曜日19時～19時20分　料金：無料
ピアノコンサート「北欧の空に舞う光と音楽」
3月21日(土)16時～17時　演奏：安保美希
料金：大人800円，小・中・高校生400円
星★マルシェ
3月20日(金・祝)～22日(日)各日10時～16時

大崎生涯学習センター(パレットおおさき)
〒989-6136宮城県大崎市古川穂波3-4-20
電話：0229-91-8611　休館日：月曜日(祝日の場合は開館)，祝日の翌平日(土・日曜日を除く)，年末年始／プラネタリウム：大人600円，高校生300円，小・中学生200円，幼児無料

郡山市ふれあい科学館 スペースパーク
〒963-8002福島県郡山市駅前2丁目11番1号(ビッグアイ20～24階)
電話：024-936-0201　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)／大人400円，高校生・大学生300円，小・中学生200円，幼児・65歳以上無料
プラネタリウム キッズアワー
「ほしの こどもたち」(3月中)
ホワイエ企画展「オーロラ写真展」
4月5日(日)まで

田村市 星の村天文台
〒963-3602福島県田村市滝根町神俣字糠塚60-1
電話：0247-78-3638　休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)／大人400円，小・中学生250円
星空ツアー
毎週土曜日19時～21時　料金：大人200円，小・中学生150円　※悪天候時中止．

関東

つくばエキスポセンター
〒305-0031茨城県つくば市吾妻2-9
電話：029-858-1100　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，毎月最終火曜日，年末年始／プラネタリウム：大人820円，小人410円

栃木県子ども総合科学館
〒321-0151栃木県宇都宮市西川田町567
電話：028-659-5555　休館日：月曜日，第4木曜日，祝日の翌平日，臨時休館日／入館料：大人540円，小人210円／プラネタリウム：大人210円，小人100円

フォレスト益子／益子町天体観測施設スペース250
〒321-4217栃木県芳賀郡益子町大字益子4231
電話：0285-70-3305　休館日：水曜日(祝日の場合は翌平日／大人400円，小・中学生200円

栃木市大平児童館
〒329-4403栃木県栃木市大平町蔵井2007-1
電話：0282-43-2350 休館日：月曜日,祝日,年末年始
天体観測会
金曜日(月に3～4回程度)19時～20時30分(10～3月)，19時30分～21時(4～9月)　※悪天候時中止．小学生以下保護者同伴．

鹿沼市民文化センター科学館
〒322-0069栃木県鹿沼市坂田山2-170
電話：0289-65-5581
休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始

前橋市児童文化センター
〒371-0013群馬県前橋市西片貝町5-8
電話：027-224-2548　休館日：月曜日(祝日の場合は開館し翌平日)，第2木曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／大人300円，小・中学生100円，未就学児無料
プラネタリウム番組
「星座のお話」，「天文学シリーズ」平日15時30分～，土・日・祝日10時～，11時～，13時30分～，15時30分～

さいたま市宇宙劇場
〒330-0853埼玉県さいたま市大宮区錦町682-2
JACK大宮3階　電話：048-647-0011　休館日：水曜日，祝日の翌平日(夏休み期間を除く)，年末年始，番組入替期間／大人620円，4歳～中学生310円，3歳以下無料

プラネタリウム 星空の時間
「星空の時間」(通年投影)
プラネタリウム こどもの時間
「ねずみと森のなかまたち」(4月5日(日)まで)
プラネタリウム 映像の時間
「平原綾香 いのちの星の詩～SPECIAL EDITION～」(4月5日(日)まで)
プラネタリウム 市民の時間
「宇宙と暮らし」3月29日(日)18時～18時45分
定員：280名(先着順) 料金：無料
プラネタリウム 特別投影
「470億光年の、その先へ-宇宙のはてをさがす旅-」
3月28日(土)10時30分～
プラネタリウム 震災特別番組
「星よりも、遠くへ」3月8日(日)18時～18時45分
定員：280名(先着順) 料金：無料
星をみる会「地球の兄弟 金星をみよう!」
3月28日(土)19時～20時 定員：100名(先着順)
料金：無料 ※中学生以下保護者同伴.

さいたま市青少年宇宙科学館
〒330-0051埼玉県さいたま市浦和区駒場2-3-45
電話：048-881-1515 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／入館料無料／プラネタリウム：大人510円，4歳～高校生200円
公開天文台
日・祝日各日13時05分～ 料金：無料

熊谷市立文化センタープラネタリウム館
〒360-0036埼玉県熊谷市桜木町2-33-2
電話：048-525-4554 休館日：月曜日，祝日の翌平日，特別整備期間／大人100円，中学生以下50円
天体観察会
第2・第4土曜日18時30分～20時30分 料金：無料

上尾市自然学習館
〒362-0065埼玉県上尾市大字畔吉178
電話：048-780-1030
太陽の観察および天体相談会
毎週土・日曜日13時～17時 料金：無料
天体観望会
毎週土曜日19時～21時 料金：無料
※星空が見えない場合は中止.

深谷市青少年活動複合施設もくせい館天体観測室
〒369-1104埼玉県深谷市菅沼401
電話：048-583-7733
もくせい館天体観望会
毎月第3土曜日18時30分～ 料金：無料 ※天候不良時は第4土曜日に開催.

千葉市科学館
〒260-0013千葉県千葉市中央区中央4-5-1きぼーるビル7階～10階 電話：043-308-0511
休館日:年末年始，機器点検日／プラネタリウム:大人510円，高校生300円，小・中学生100円

白井市文化センター・プラネタリウム
〒270-1422千葉県白井市復1148-8
電話：047-492-1125 休館日：月曜日，年末年始／観覧料：大人350円，高校生以下160円
プラネタリウム 一般番組
「そらのうた」，「星座ミュージアム ぎょしゃ座」(4月29日(水・祝)まで)
プラネタリウム 子ども向け番組(ロイ君アワー)
「まいごになったトリケラぼうや」
ひよこプラネタリウム
3月18日(水)，21日(土)各日11時30分～12時
料金：大人200円，小人無料 ※予約不要.
星空朗読会
3月6日(金)13時30分～14時50分 朗読：もえぎ
定員：86名 料金：大人350円
イベント投影「星よりも，遠くへ」
3月7日(土)，11日(水)各日16時10分～16時55分
星を見る会
3月7日(土)18時30分～19時45分 定員：小学生以上50名 料金：大人200円，高校生以下無料
※予約不要，小学生保護者同伴.
昼間の星を見る会
3月7日(土)11時30分～13時30分 料金：無料
※予約不要，曇雨天時中止.

船橋市総合教育センター プラネタリウム館
〒273-0863千葉県船橋市東町834
電話：047-422-7732 休館日：月曜日，祝日(祝日が月曜日の場合，その翌日も休館)，年末年始，投影日：土・日曜日，3月26日(木)，27日(金)，31日(火)／大人440円，小人220円(船橋市在住の中学生以下無料)
プラネタリウム 一般向け番組
「光よりも速く!」
プラネタリウム 幼児向け番組
「葉っぱのリーフのものがたり」
小惑星Funabashi命名1周年記念天文講演会
「見えた!ブラックホール」
3月14日(土)18時～19時30分 定員：小学4年生以上200名 ※中学生以下は保護者同伴.

国立科学博物館
〒110-8718東京都台東区上野公園7-20
電話：03-3822-0111 ※駐車場なし.
夜間天体観望「月，惑星，二重星，星雲，星団」
第1・3金曜日19時30分～(10～3月は18時30分～)
※当日，夜間入口にて受付.

なかのZEROプラネタリウム
〒164-0001東京都中野区中野2-9-7
なかのZERO西館4階 ないせすアカデミア
電話：03-5340-5045 プラネタリウム一般投影日：土・日曜日・祝日の14時～または16時～(1回50分)／プラネタリウム：大人230円，3歳～中学生110円
プラネタリウム 一般投影
「とことん星空案内」(3月中)
プラネタリウム こども星空探偵団(小学生向け)
3月28日(土)11時～
ちびっこプラネ
「いちばんぼし どれかな?」
(第1，第2，第3土曜日11時～)
プラネタリウム 特別イベント「星空とともに」
3月14日(土)18時～ 料金：無料
宇宙(そら)への一歩～高校生プラネタリウム
3月26日(木) 料金：無料
天体観望会「月と金星を見よう」
3月28日(土)18時～ 料金：無料

科学技術館
〒102-0091東京都千代田区北の丸公園2番1号
電話：03-3212-8544 大人720円，中・高校生410円，4歳～小学生260円
シンラドーム ドーム投影番組
毎週日～金曜日(第3日曜日を除く)10時30分～，14時15分～「元素の起源を探る～理研RIビームファクトリー～」，11時15分～，13時30分～「セントラルドグマ」，12時45分～，15時～「コズミック・ディスカバリーズ」，12時～，15時45分～，「Aurora 2013 Solar Maximum」
宇宙映像は「コズミック・ディスカバリーズ」のみ，ほかは科学映像です.
科学ライブショー「ユニバース」
毎週土曜日14時～，15時30分～

コニカミノルタプラネタリア TOKYO
〒100-0006東京都千代田区有楽町2-5-1
有楽町マリオン9階

コニカミノルタプラネタリウム"満天"
〒170-0013東京都豊島区東池袋3-1-3 サンシャインシティ ワールドインポートマートビル屋上
プラネタリウム番組
「星の数ほど」(3月20日(金・祝)～)

コニカミノルタプラネタリウム"天空"
〒131-0045東京都墨田区押上1-1-2
東京スカイツリータウン・イーストヤード7階
電話：03-5610-3043

NHK放送博物館
〒105-0002東京都港区愛宕2-1-1
電話：03-5400-4151
企画展
「放送が伝えた宇宙～そして，宇宙から あなたへ～」
3月29日(日)まで

世田谷区立教育センタープラネタリウム
〒154-0016東京都世田谷区弦巻3-16-8
電話：03-3429-0780 ※駐車場なし，プラネタリウム：大人400円，小・中学生100円，幼児無料
プラネタリウム 一般投影
「星座の世界へようこそ～大神ゼウスと誕生日の星座たち」(3月31日(火)まで)
プラネタリウム ちびっこタイム
「ぼうえんきょうで見てみよう」(4月29日(水・祝)まで)
プラネタリウム 大人のための星空散歩
「南天の星空～サザンクロス」3月28日(土)18時30分～19時30分 ※中学生以下入場不可.

国立天文台・三鷹キャンパス
〒181-8588東京都三鷹市大沢2-21-1
電話：0422-34-3688 入館料：無料
天体観望会
第2土曜日前日，第4土曜日に実施，料金：無料

多摩六都科学館
〒188-0014東京都西東京市芝久保町5-10-64
電話：042-469-6100 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，祝日の翌平日，年末年始／入館券：大人520円，小人210円，観覧付入館券(展示室およびプラネタリウムまたは大型映像1回)：大人1,040円，小人420円
全編生解説プラネタリウム
「たっぷりほしぞらめぐり～冬から春へ～」
(4月5日(日)まで)

はまぎん こども宇宙科学館
〒235-0045神奈川県横浜市磯子区洋光台5-2-1
電話：045-832-1166 休館日：第1・3火曜日(祝・休日の場合は翌平日)，年末年始／入館料：大人400円，小・中学生200円／プラネタリウム：大人600円，4歳～中学生300円 ※プラネタリウムのみ利用の場合も入館料必要.
プラネタリウム番組
「プラネタリウム ちびまる子ちゃん それでも地球はまわっている」(3月19日(木)まで)
星空観察会
「3月の星空を見よう!M35・ふたご座大星団を見よう!
3月21日(土)19時30分～20時30分 定員：150名 料金：無料 申込：ホームページまたは往復はがきにて，3月7日(土)必着にて受付. ※中学生以下保護者同伴.

神奈川工科大学厚木市子ども科学館
〒243-0018神奈川県厚木市中町1-1-3
厚木シティプラザ7階
電話：046-221-4152 休館日：年末年始 ※8月を除く毎月第3月曜日(祝日の場合は第2月曜日)は正午から開館／プラネタリウム：大人200円，4歳～中学生50円

藤沢市湘南台文化センターこども館
〒252-0804神奈川県藤沢市湘南台1-8
電話：0466-45-1500 休館日：月曜日(祝日の場合は開館)，祝日の翌平日(土・日曜日の場合を除く)，年末年始／展示ホール入場料：大人300円，小・中学生100円／宇宙劇場入場料：大人500円，中学生以下200円
プラネタリウム 一般向け番組
「コスモ大学天文部～冬の夜空を巡る～」(3月8日(日)まで)，「HEALING IN SPACE」(3月14日(土)～7月5日(日))
キッズプラネタリウム
「たいようとプカプカ」(3月31日(火)まで)
全天周映画
「ミーアキャット 太陽の小さな家族たち」(3月31日(火)まで)
東日本大震災復興祈念 プラネタリウム特別投影
「星よりも，遠くへ」3月14日(土)18時30分～
定員：160名 料金：無料
天体観望会「オリオン大星雲と冬の一等星を探そう!」
3月7日(土)18時30分～20時 料金：無料
※曇雨天時中止，予約不要.
のんびりアロマプラネタリウム
3月28日(土)18時30分～ 定員：130名
料金：大人500円，中学生200円

伊勢原市立子ども科学館
〒259-1142神奈川県伊勢原市田中76
電話：0463-92-3600 休館日：月曜日(祝日を除く)，第1水曜日，特別点検整備期間／大人800円，小・中学生300円，4歳以上200円

多摩天体観測所
〒214-0014神奈川県川崎市多摩区登戸217-6

電話：044-933-1730
観望会
「月の観望」3月7日(土)、8日(日)、4月4日(土)、
「星団の観望」3月14日(土)、15日(日)各日19時～21時、
「太陽の観望」毎週日曜日9時～11時　料金：無料
※電話またはFAXにて、事前予約が必要、曇雨天時は延期。

中部

山梨県立科学館
〒400-0023山梨県甲府市愛宕町358-1
電話：055-254-8151　休館日：第1、3月曜日、(祝日の場合は翌平日)、年末年始／入館料：大人520円、小・中・高校生220円、未就学児・65歳以上無料／スペースシアター：大人310円、高校生以下120円(3歳未満無料)
プラネタリウム番組
「スペース☆ヒーローズ」、「ドームシネマ『ジャイアントパンダ』」、「星空散歩～ブラックホール～」、「大村智ものがたり」(3月15日(日)まで)
太陽観察
土・日・祝日の各日9時45分～、11時20分～、14時20分～

長野市立博物館
〒381-2212長野県長野市小島田町1414 川中島古戦場史跡公園内
電話：026-284-9011　休館日：月曜日(祝日の場合は開館し翌平日)、祝日の翌平日(日曜日の場合は開館)、年末年始／博物館入館料：一般300円、高校生150円、小・中学生100円／プラネタリウム：大人250円、高校生120円、小・中学生50円　※毎週土曜日は子どもウェルカムデーにつき小・中学生無料

八ヶ岳自然文化園
〒391-0115長野県諏訪郡原村17217-1613
電話0266-74-2681　休館日：火曜日、祝日の翌日
プラネタリウム：大人800円、小・中学生500円
プラネタリウム番組
「季節の星空紹介」、「ポケットモンスター サン＆ムーン」、「宇宙への第一歩」

新潟県立自然科学館
〒950-0948新潟県新潟市中央区女池南3-1-1
電話：025-283-3331　休館日：月曜日(祝日の場合は開館し翌平日)、整備点検日、年末年始／入館料：大人570円、小・中学生100円／プラネタリウム観覧料：入館料+210円(大人)、入館料+100円(小中学生)
プラネタリウム レギュラー番組
「星空生解説番組『星空さんぽ』」

胎内自然天文館
〒959-2822新潟県胎内市夏井1251-7
電話0254-48-0150　休館日：月曜日(祝日の場合は開館し翌平日)／大人300円、小・中学生150円

上越清里 星のふるさと館
〒943-0531新潟県上越市清里区青柳3436-2
電話：025-528-7227　休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)　※3月31日(火)まで冬季閉館中、4月1日(水)より開館。／入館料およびプラネタリウムセット：大人600円、小・中学生400円
オープニングイベント
4月3日(金)～5日(日)　※詳細については、3月下旬以降ホームページに掲載。

富山市天文台
〒930-0155富山県富山市三熊49-4
電話：076-434-9098　※駐車場から施設への道路が崩落による通行止めのため、当面の間臨時休業。富山市科学博物館(電話：076-491-2123)へご連絡ください。／入館料：大人210円、高校生以下無料

黒部市吉田科学館
〒938-0005富山県黒部市吉田574-1
電話：0765-57-0610　休館日：月曜日、祝日の翌平日、年末年始／プラネタリウム観覧料：大人300円、高校生・大学生150円、中学生以下無料

セーレンプラネット福井市自然史博物館分館
〒910-0006福井県福井市中央1-2-1 ハピリン5階
電話0776-43-1622
休館日：火曜日、第2水曜日、祝日の翌日、年末年始／ドームシアター：大人620円、高校生・学生510円、3歳～中学生310円／常設展：大人410円、高校生・学生310円、3歳～中学生・70歳以上無料
プラネタリウム 星空の時間
「今夜の星空さんぽ」
トラベルガイド
土・日・祝日各日12時30分～(15～20分程度)
企画展 日本星景写真協会写真展「星の風景2020」
4月5日(日)まで

福井県児童科学館(エンゼルランドふくい)
〒919-0475福井県坂井市春江町東太郎丸3-1
電話：0776-51-8000

浜松市天文台
〒430-0836静岡県浜松市南区福島町242-1
電話053-425-9158　休館日：月曜日、祝日
市民天体観望会
毎週土曜日18時30分～20時30分
第1日曜日14時～16時

浜松科学館「みらいーら」
〒430-0923静岡県浜松市中区北寺島町256-3
電話053-454-0178　休館日：月曜日、年末年始／常設展入場料：大人600円、高校生300円、中学生以下無料

国際文化交友会 月光天文台
〒419-0101静岡県田方郡函南町桑原1308-222
電話055-979-1428　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、毎月第4木曜日／本館入場料：大人600円、小人300円／プラネタリウム入場料：大人600円、小人300円

ディスカバリーパーク焼津 天文科学館
〒425-0052静岡県焼津市田尻2968-1
電話054-625-0800　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)／大人600円、小人200円
星空観望会
土・日曜日19時～20時30分 料金：100円 定員：各日50名(先着順)※要予約。(開催日の1ヵ月前より受付)
天文台見学会
平日13時～、16時～、土・日・祝日13時～、14時～、15時～、16時～　定員：各回30名

名古屋市科学館
〒460-0008愛知県名古屋市中区栄2-17-1
電話052-201-4486　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、第3金曜日(祝日の場合は第4金曜日)、年末年始／大人300円、4歳～高校生100円
プラネタリウム ファミリーアワー
「ふたごの星の物語」(3月8日(日)まで)

とよた科学体験館
〒471-0034愛知県豊田市小坂本町1-25
電話0565-37-3007　休館日：月曜日(祝日、振替休日の場合は開館)／大人300円、4歳～高校生100円
プラネタリウム番組
「手ぶくろを買いに」(3月20日(金・祝)～)、「ムーミン谷のオーロラ」、「プラネタリウム版生命大躍進」、「HAYABUSA2-Return to The Universe-」、「銀河鉄道の夜」、「ちびまる子ちゃん それでも地球はまわっている」(3月中)
プラネタリウム 星空散歩(全編生解説)
「おとめ座ものがたり」(3月中)
街中の星見会「まちぼし」
3月7日(土)19時～　定員：150名(先着順)
※天候不良時は中止。
冬の星を見る会「金星とオリオン大星雲」
3月14日(土)16時～16時45分(星空解説)、18時30分～19時30分(観望会)　定員：150名(星空解説)、80名(観望会)(いずれも先着順)　申込：電話にて受付。
※天候不良時は、観望会のみ中止。観望会は中学生以下保護者同伴。
天文セミナー「人はなぜ宙に魅かれるのか？－宇宙と人をつなぐ138億光年の不思議な旅－」
3月8日(日)15時～16時30分　講師：縣 秀彦 氏　定員：小学生以上140名(先着順)　料金：300円　申込：電話にて受付。
X線で見るとても小さな物質の世界
～皮膚治療からはやぶさ2まで～
3月28日(土)10時～11時30分　定員：小学4年生～高校生20名(先着順)　料金：無料　申込：3月6日(金)より電話にて受付。

半田空の科学館
〒475-0928愛知県半田市桐ヶ丘4-210
電話0569-23-7175　休館日：月曜日(祝・休日の場合は翌平日)、年末年始／入館料：無料／プラネタリウム観覧料：大人300円、小人200円

豊橋市視聴覚教育センター
〒441-3147愛知県豊橋市大岩町字火打坂19-16
電話0532-41-3330　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始／大人300円、小人100円

安城市文化センター・プラネタリウム
〒446-0041愛知県安城市桜町17-11
電話0566-76-1515　休館日：月曜日(休日を除く)、年末年始、祝日の翌日(土・日・祝日を除く)／大人300円、小・中学生100円、幼児50円
プラネタリウム一般投影
「ごん the little fox」、「HORIZON ～宇宙の果てにあるもの」、「しまじろうとたんじょうびのおほしさま」、「安城 星と水の物語」
プラネタリウム春休み投影
「春の夜空は動物園」、「ごん the little fox」、「HORIZON ～宇宙の果てにあるもの」
プラネタリウム特別投影　プラネタリウムスペシャル
「春分の日～昔は春分が元旦!? ～」
3月22日(日)15時～17時
マリンバ演奏：神尾幸奈、近藤幹夫　解説：浅田英夫
料金：大人500円、中学生300円、幼児250円

岐阜市科学館
〒500-8389岐阜県岐阜市本荘3456-41
電話：058-272-1333　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始／観覧料：大人310円、小人100円(プラネタリウム観覧料除く)
星を見る会
毎月第2土曜日19時～21時(10月～2月は18時～20時)
料金：入館料のみ、　※曇雨天時中止。
昼間の星を見る会
土・日・祝日の各日11時30分～、14時～、15時30分～　料金：入館料のみ。※曇雨天時中止。
ぎふスターウォッチング(駅前観望会)
毎月第4土曜日19時～21時(10月～2月は18時～20時)
料金：無料　※曇雨天時中止。

大垣市スイトピアセンター・コスモドーム
〒503-0911岐阜県大垣市室本町5-51
電話：0584-84-2000　休館日：火曜日
昼間の天体観測
毎週日曜日・祝日各日13時～14時　内容：太陽のプロミネンスや黒点の観測。※予約不要、曇雨天時中止。

岐阜かかみがはら航空宇宙博物館
〒504-0924岐阜県各務原市下切町5-1
電話058-386-8500　休館日：第1火曜日、年末年始／大人800円、60歳以上・高校生500円、中学生以下無料

近畿

鈴鹿市文化会館
〒513-0802三重県鈴鹿市飯野寺家町810
電話059-382-8111　休館日：月曜日、第3火曜日(祝日の場合は翌平日)
プラネタリウム一般番組
星座解説「春の星空解説 おおぐま、こぐま座とラクダ座の神話」、全天周投影「オズの魔法使い」(3月7日(土)～6月14日(日))

四日市市立博物館
〒510-0075三重県四日市市安島1-3-16
電話059-355-2700　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始、整備日／大人550円、高校・大学生390円、小・中学生210円、幼児無料
プラネタリウム 一般番組
「HAYABUSA2-REBORN-」(3月10日(火)～6月7日(日))
プラネタリウム ファミリー番組
「かいけつゾロリ～ZZ(ダブルゼット)のひみつ～」(3月14日(土)～6月7日(日))

プラネタリウム 星空番組
「12の星ものがたり・春～あなたの誕生日の星空は?～」
3月：かに座特集(3月31日(火)まで)
プラネタリウム 夜間特別番組
「花鳥風月 星ごよみ」
(3月14日(土)～6月6日(土)の土曜日)
移動天文車きらら号スターウォッチング
「安全な方法で太陽を観察しよう」3月28日(土)10時30分～12時　料金：無料　※予約不要、天候不良時中止。
宇宙塾「宇宙大航海時代へ～漆黒の大宇宙への冒険～」
3月21日(土)18時30分～20時　講師：國中 均 氏
定員：140名　料金：無料　※中学生以下保護者同伴。
小惑星探査機「はやぶさ2」の実物大模型がやってくる!
3月10日(火)～29日(日)

大津市科学館
〒520-0814滋賀県大津市本丸町6-50
電話077-522-1907　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)、第3日曜日、年末年始／入館料：100円／プラネタリウム：大人400円、小・中・高校生200円
太陽黒点観察
毎月第4土曜日13時40分～13時55分　料金：無料
※申込不要。
昼間の星観察
奇数月第2土曜日13時40分～13時55分　料金：無料
※申込不要。

デジタルスタードームほたる
〒524-0101滋賀県守山市今浜町十軒家2876
電話077-585-6100

尾鷲市立天文科学館
〒519-3616三重県尾鷲市中村町10-41
電話0597-23-0525　開館日：金・土・日曜日／入館料：大人200円、中・高校生100円、小学生50円(第3日曜日は「家庭の日」で、入館無料)

佐山天体観測所
〒520-3434滋賀県甲賀市甲賀町神保1188
電話：0748-88-4530
星の学校(観測型観望会)
毎月第1土曜日19時30分～　※要事前予約。

京都市青少年科学センター
〒612-0031京都府京都市伏見区深草池ノ内町13
電話：075-642-1601　休館日：木曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始　※リニューアル工事のため、プラネタリウムは2020年7月まで休止。／入場料：大人520円、中・高校生200円、小学生100円／プラネタリウム観覧料：大人520円、中・高校生200円、小学生100円)
市民天体観望会「金星とすばる」
3月27日(金)19時～21時　定員：小学生以上150名(先着順)　料金：無料　申込締切：3月9日(月)
※小・中学生保護者同伴、幼児不可。
期間限定イベント「昼間の金星をみつけよう!」
4月7日(火)までの土・日・祝日および春季期間中の平日11時～、14時25分～　料金：無料

綾部市天文館
〒623-0005京都府綾部市里町久田21-8
電話：0773-42-8080　休館日：月曜日、祝日の翌平日、年末年始／入館料：大人300円、小・中学生150円
天体観望会　金～日曜日に開催。

向日市天文館
〒617-0005京都府向日市向日町南山82-1
電話：075-935-3800

大阪市立科学館
〒530-0005大阪府大阪市北区中之島4-2-1
電話：06-6444-5656　休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)

ソフィア・堺プラネタリウム
〒599-8273大阪府堺市中区深井清水町1426
電話：072-270-8110　休館日：月曜日(祝日の場合は開館)、年末年始／大人510円、4歳～中学生250円
天体観察会
第1・3・5週の土曜日、第2・4週の金曜日各日19時～20時30分(4～9月は19時30分～21時)　※天候不良時は中止。小学生以下保護者同伴。

貝塚市立善兵衛ランド
〒597-0105大阪府貝塚市三ツ松216
電話：072-447-2020　休館日：水曜日
天体観望
昼間の太陽、黒点、プロミネンスの観望
夜間観察会
木・金・土曜日の21時45分まで 料金:無料 ※予約不要。
岩橋善兵衛に関する展示、解説

紀美野町みさと天文台
〒640-1366和歌山県海草郡紀美野町松ヶ峯180
電話073-498-0305　休館日：月・火曜日(祝日の場合は翌平日)
プラネタリウム投影
土・日・祝日の各日14時～　料金：無料
※中止の場合あり。
昼の施設見学
13時～18時(水曜日は17時まで)　料金：無料
※星は見られません。
星空ツアー(観望会)
木～日曜日・祝日19時30分～　料金：大人200円、小・中・高校生100円　※曇雨天時はお話のみ。
3D Mitaka
土・日・祝日の各日15時～　料金：無料

伊丹市立こども文化科学館
〒664-0839兵庫県伊丹市桑津3-1-36
電話072-784-1222　休館日：火曜日(祝日の場合は開館)、祝日の振替日、番組入替期間、年末年始／大人400円、中・高校生200円、小学生以下100円、3歳未満無料
プラネタリウム レギュラー投影
春のプラネタリウム「46億年 地球カレンダー」(5月31日(日)まで)
プラネタリウム ちびっこ投影
「星空かくれんぼ」(3月29日(日)まで)

明石市立天文科学館
〒673-0877兵庫県明石市人丸町2-6
電話078-919-5000　休館日：月曜日、第2火曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始／観覧料：大人700円、高校生以下無料

加古川総合文化センター
〒675-0101兵庫県加古川市平岡町新在家1224-7
電話：079-425-5300　休館日：第2、第4月曜日(祝日の場合は翌平日)、年末年始／入館料：大人400円、小人100円
プラネタリウム一般投影
「オリオン座」(2月中)、「ハッブル宇宙望遠鏡」(3月中)
キッズプログラム
「ぶたとななつぼし」(3月中)

加古川市立少年自然の家
〒675-0058兵庫県加古川市東神吉町天下原715-5
電話：079-432-5177　休所日：月曜日
星見会「春の彼岸の星見会」
3月21日(土)19時～21時　料金：無料
※申込不要。上履き持参。
月見会「金星がすばるになかま入り?」
4月4日(土)19時～21時　料金：無料
※申込不要。上履き持参。

兵庫県立大学西はりま天文台
〒679-5313兵庫県佐用郡佐用町西河内407-2
電話：0790-82-3886　休館日：第2、第4月曜日(祝日の場合は翌平日)
天体観望会
毎週土曜日(要予約)、日曜日各日19時30分～21時
昼間の星と太陽の観察会
土・日・祝日、大型連休、春・夏休み期間中の各日13時30分～、15時30分～　料金：無料
天体工作教室
土・祝日、大型連休、春・夏休み期間中の各日14時30分～　内容：簡易分光器(奇数日)や星座早見盤(偶数日)を製作　料金：50円　定員：小学生以上20名

姫路市宿泊型児童館「星の子館」
〒671-2222兵庫県姫路市青山1470-24
電話：079-267-3050　休館日：第2水曜日、年末年始
夜の天体観望会
休館日を除く毎日19時～20時、20時～21時
料金：無料　※要申込。
昼の天体観望会
土・日・祝日、学校の長期休業日の各日13時～13時45分　料金：無料　※申込不要、当日受付。
トライ!天体写真「月」
3月7日(土)、8日(日)各日21時～22時　料金：無料
申込：電話にて受付(先着順)　※レンズの外れるデジタルカメラまたはSDHCカードが必要。

にしわき経緯度地球科学館「テラ・ドーム」
〒677-0039兵庫県西脇市上比延町334-2
電話：0795-23-2772　休館日：月曜日、祝日の翌日
夜のスターウォッチング
土曜日、祝前日19時30分～21時　料金：200円、幼児無料　※要予約。
お昼の天体観測
11時～17時までの毎時0分～

中国

鳥取県さじアストロパーク
〒689-1312鳥取県鳥取市佐治町高山1071-1
電話：0858-89-1011　休館日：月曜日、祝日の翌日、第3火曜日、年末年始／入館料：大人300円、中学生以下無料／プラネタリウム料金：大人300円、小・中学生200円
プラネタリウム投影
平日：10時30分～、14時～、16時～／土・日・祝日：10時30分～、12時30分～、14時～、16時～
夜間観望会
料金：大人300円、小・中学生200円　※雨天時はプラネタリウム投影。

島根県立三瓶自然館サヒメル
〒694-0003島根県大田市三瓶町多根1121-8
電話：0854-86-0500　休館日：火曜日(祝日は開館)、祝日の翌日、年末年始　※4月中旬ごろまで、リニューアル工事のため全館休館。／入館料：大人400円、小・中・高校生200円／天体観察会：大人300円、小・中・高校生100円

日原天文台
〒699-5207島根県鹿足郡津和野町枕瀬806-1
電話：0856-74-1646　休館日：火・水曜日
施設見学
13時30分～17時　料金：大人500円、高校生以下200円
天体観測
19時～22時　料金：小学生以上500円

倉敷科学センター
〒712-8046岡山県倉敷市福田町古新田940 ライフパーク倉敷内
電話：086-454-0300　休館日：月曜日、祝日の翌日／大人400円、小・中・高校生200円
たけのこ天文台
毎週土曜日19時～22時

赤磐市竜天天文台公園
〒701-2437岡山県赤磐市中勢実2978-3
電話：086-958-2321(金～日曜日)、086-954-1379(月～木曜日天文台休館、吉井公民館で応対、FAX086-954-2551)　休館日：月～木曜日、祝日
一般観望会
毎週金・土曜日19時～22時(3～10月)、18時～21時(11～2月)　料金：大人200円、小・中学生100円、乳幼児無料

人と科学の未来館サイピア
〒700-0016岡山県岡山市北区伊島町3-1-1
電話：086-251-9752　休館日：月曜日(祝日を除く)、祝日の翌日、年末年始／プラネタリウム観覧料：大人520円、65歳以上310円、高校生300円、小・中学生100円、未就学児無料
星空生解説番組「ほしぞらタイム」
土・日・祝日11時～、毎月第3金曜日19時～

5-Days こども文化科学館
〒730-0011広島県広島市中区基町5-83
電話：082-222-5346　休館日：月曜日(祝日の場合は

開館)，祝日の翌平日／プラネタリウム観覧料：大人510円，65歳以上・高校生250円，中学生以下無料
プラネタリウム番組
「眠れない夜の月」(7月15日(水)まで)
「ポラリス」(3月7日(土)～9月6日(日))
全天周映画
「グレーの子パンダ～小さなグレートの成長日記」(4月24日(金)まで)
リフレタリウム
「2019-20 Winter Program」(3月13日(金)まで)，「2020 Spring Program」(3月14日～6月5日)火～土曜日，祝日 「観覧料：高校生以上200円
星空ツアー
「今夜の星空と『月と海のふしぎな関係』」(4月12日(日)までの毎週日曜日16時～)

山口県立山口博物館
〒753-0073山口県山口市春日町8-2
電話：083-922-0294 休館日：月曜日(祝日の場合は翌日)，臨時休館日，全館消毒日，年末年始

四国

阿南市科学センター・天文館
〒779-1243徳島県阿南市那賀川町上福井南川渕8-1
電話0884-42-1600 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)／無料
夜間観望会
毎週土曜日19時～，20時～，21時～(4～10月)，18時～，19時～，20時～(11～3月) 料金：大人300円，高校生250円，小・中学生200円，幼児無料 ※要予約．
施設見学
13時～16時

さぬきこどもの国 スペースシアター
〒761-1402香川県高松市香南町由佐3209
電話087-879-0500
休館日：月曜日(祝日の場合は翌日)，年末年始

愛媛県総合科学博物館
〒792-0060愛媛県新居浜市大生院2133-2
電話：0897-40-4105 休館日：月曜日(祝日・第1月曜日の場合は翌日)

九州・沖縄

北九州市立児童文化科学館
〒805-0068福岡県北九州市八幡東区桃園3-1-5
電話：093-671-4566 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)／大人450円，中・高校生300円，小学生220円

宗像ユリックス プラネタリウム
〒811-3437福岡県宗像市久原400
電話0940-37-2394 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／プラネタリウム：大人440円，小・中学生210円，幼児(4歳以上)140円
プラネタリウム おとな向け番組
「マヤ文明の天文学」(3月31日(火)まで)
プラネタリウム こども向け番組
「ほしぞらクレヨン★」(3月31日(火)まで)

むなかた電子博物館
http://munahaku.jp/

福岡県青少年科学館
〒830-0003福岡県久留米市東櫛原町1713
電話0942-37-5566
真昼の？天体観察
毎週土曜日13時30分～13時50分 内容：太陽の黒点や金星の観察．

スタードームまどか
〒816-0912福岡県大野城市御笠川1-17-1 大野城市北コミュニティセンター
電話092-513-0099
市民観望会
第2・第4土曜日19時～20時50分

福岡市立背振少年自然の家
〒811-1113福岡県福岡市早良区板屋530
電話092-804-6771

福岡市科学館
〒810-0044福岡県福岡市中央区六本松4-2-1
電話092-731-2525 休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／ドームシアター観覧料：大人500円，高校生300円，小・中学生200円(一般番組)，大人・高校生1,000円，小・中学生800円，未就学児(座席使用の場合)500円(スペシャル番組)

長崎市科学館
〒852-8035長崎県長崎市油木町7番2号
電話095-842-0505 休館日：3月9日(月)，10日(火)，11日(水)，16日(月)／スペースシアター：大人520円，3歳～中学生260円，展示室：大人410円，3歳～中学生200円
夜間天体観望会「冬の星座」
3月7日(土)，14日(土)，21日(土)，28日(土)各日18時30分～20時30分 料金:無料 ※天候不良時は中止．高校生以下保護者同伴．
ナイトプラネタリウム イベントコンサート「春のコンサート」
3月14日(土)18時～19時 演奏：長崎シニア吹奏楽団
料金：無料 定員：200名(先着順)
巡回パネル展「こちら『はやぶさ2』運用室(漫画版)」
3月15日(日)まで

佐賀県立宇宙科学館《ゆめぎんが》
〒843-0021佐賀県武雄市武雄町永島16351
電話：0954-20-1666 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)／大人510円，高校生300円，小・中学生200円，4歳以上100円
サタデーナイトプラネタリウム
毎週土曜日18時～18時50分 定員：190名
天体観望会
土曜日20時～ 料金：無料 ※予約不要，曇雨天時中止．
ほしぞら★教室
毎週土曜日に開催．

関崎海星館
〒879-2201大分県大分市佐賀関4057-419
電話：097-574-0100 休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／入館料:無料／天体観測室観覧料：大人420円，高校生210円，中学生以下無料
天体観察
10時～16時(毎日)，19時～22時(金～日・祝日)
料金：観覧料のみ
巡回展
「金星探査機『あかつき』」(3月30日(月)まで)
「海の生きものとわたしたち」(4月30日(木)まで)

梅園の里天文台 天球館
〒873-0355大分県国東市安岐町富清2244
電話：0978-97-2655 休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)／入館料：無料／天体観察：大人500円，高校生300円，小・中学生200円
天体観察
10時～16時，18時30分～22時

南阿蘇ルナ天文台
〒869-1502熊本県阿蘇郡南阿蘇村白川1810
電話：0967-62-3006 休館日：火曜日(祝日の場合は翌平日)／大人1,000円，小学生500円，幼児300円
天文台公開
20時30分～，21時30分～ 定員：25名
申込：電話にて受付． ※要予約．

宮崎科学技術館
〒880-0879宮崎県宮崎市宮崎駅東1-2-2
電話：0985-23-2700 休館日：月曜日，祝日の翌日，年末年始／大人760円，小人310円
プラネタリウム
ライブ解説と一般番組

鹿児島県立博物館プラネタリウム
〒892-0816鹿児島県鹿児島市山下町5-3 宝山ホール(県文化センター)4階
電話：099-210-7353 休館日：月曜日(祝日の場合は翌平日)，年末年始／大人210円，小・中学生120円，未就学児無料
天文教室
毎月第2・第4日曜日10時30分～11時30分，14時30分～15時30分

姶良市立天文台 スターランドAIRA
〒899-5541鹿児島県姶良市北山997-16
電話:0995-68-0688 休館日:月・火曜日(祝日は開館)，年末年始／入館料：大人220円，小・中・高校生110円，幼児無料

トカラ列島中之島天文台
〒891-5201鹿児島県鹿児島郡十島村大字中之島字高尾155
天文台直通電話：09912-2-2208 休館日：木・金曜日／大人250円，小人150円

国立天文台・石垣島天文台
〒907-0024沖縄県石垣市新川1024-1
電話：0980-88-0013 休館日：月・火曜日(どちらかが祝日の場合水曜日)，年末年始
施設見学
10時～17時
4次元デジタル宇宙(4D2U)シアター
15時～15時30分 ※要予約．
天体観望会
土・日・祝日20時～20時30分，21時～21時30分
※要予約

波照間星空観測タワー
〒907-1751沖縄県八重山郡竹富町波照間島3905-1
電話：09808-5-8112 休館日：月曜日

【締め切り】
2020年6月号(5月発売)掲載希望の方は，3月末日までにお送りください．
【応募方法】
日時，場所，内容，連絡先などを明記のうえ，編集部宛のお手紙（パンフレットも可），FAX，または「月刊天文ガイド ホームページ」の投稿フォームからお送りください．
月刊天文ガイド編集部
〒113-0033 東京都文京区本郷3-3-11 FAX：03-5800-5725 ホームページ：http://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/ ※本コーナーの掲載は無料です．なお，応募多数の場合は割愛させていただく場合がありますので，あらかじめご了承ください．

鹿児島工業高等専門学校教授
篠原 学：文

2020年3月～6月のオーロラ出現予報

春分が近付いて，北半球のオーロラの季節は終わりを迎えようとしています．図1のカレンダーの後半のころには，オーロラの話題は南半球に切り替わっているでしょう．

オーロラの活動はさみしい状態が続いています．グラフの最後の27日間でカレッジA指数が高まっているのは，ぽつぽつと離れた6日だけです．しかも，中盤のオーロラの高まり（△）は，突発的な太陽風磁場の乱れと関係しているようです．

太陽コロナの様子も，低緯度域は全体がぼんやりと光っていて，コロナホールは南極や北極域に集中しています．このような状況で，今回の注目期間としてA，Bの2つを考えています．

左端のAは，前回から注目を始めた期間です（このときはDでした）．対応する太陽写真（2月2日）を見ると，南極から低緯度側へ向かって縦に伸びるコロナホールがあり，1月から2月にかけてより広がっています．その影響か，太陽風の速度も秒速600kmを超えるくらいに高まりました．高速風の期間は2日と短く，オーロラの高まりを示す○印も2日しか発生していませんが，現在の27日周期の中ではもっとも期待できる期間です．

太陽風磁場の大まかな方向も春に有利な条件（地球から太陽方向）になっているので，これから4月にかけて，より期待できそうです．

また，今後，コロナホールがさらに広がって赤道域まで伸びるようになれば，太陽風も強まって，オーロラはさらに活発になるでしょう．SDO衛星のAIA193の写真に注目してください．

https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/

次に，グラフの中程のBの期間です．ここは，1月までの太陽風速度に高まりはなく，2月になって秒速500kmに近付く変化が発生しています．太陽写真（2月16日）を見ると，コロナホールが南極から低緯度側に少し伸びるようになっています．これにより，太陽風に変化が見え始めたのかもしれません．

次の周期にどうなるか，規模が大きくなるのか，あるいは消えてしまうのか，お楽しみとして破線程度の注目期間としました．

http://swnews.jp/rt/27d_all_15.html

このページを3月17日以降に見ると，結果がわかるでしょう．太陽風磁場の大まかな方向は，Aと同じ春に有利な条件です．太陽風の高まりが続くことを期待しましょう．

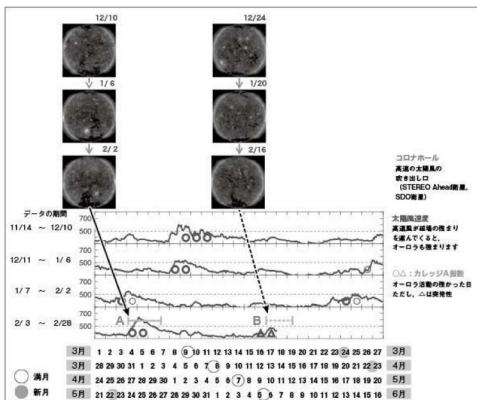
https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronomy/auroramax/hd-480.asp

このページでリアルタイムのカナダ・イエローナイフの夜空を見ることができます．

季節の最後に，すばらしい活動を見せてほしいものです．

図1 オーロラカレンダー．太陽写真はNASA，太陽風（DSCOVR）とA指数はNOAA/SWPCより．

情熱と微笑みの国ミャンマー

文・写真：中西アキオ

その天文事情とマンダレー大学への望遠鏡の寄贈について〈後編〉

マンダレー大学訪問により，「ミャンマーの天文はまさにこれから…」と実感することになったわけですが，半ば勢いから同大学に天体望遠鏡を寄贈する約束をしたものの，果たしてどんな機種がいいだろう….それに，運搬方法も考えないといけないし…，と悩む日々を過ごしました．しかし，協力者のおかげもあってどうにか機種選定を済ませ，最初の訪問からちょうど一年後の昨年12月に，寄贈する天体望遠鏡を運搬する運びとなりました．

マンダレー大学にて

実際にマンダレー大学に天体望遠鏡を持ち込んだのは昨年12月のことです．有志3名のうち筆者と外山氏の2名で分担して運搬しましたが，航空機に預け入れられること，ミャンマーのシーイングの良さを活かせること，電力がなくても動かせることという前提条件から，セレストロンC9.25とタカハシEM-100の組み合わせが選定されました．

お披露目の観察会

現地に運んだあと，早速観察会を行ないました．先生や学生さん，そのほかの関係者も集まって月や金星，そして土星を観察しました．低緯度に位置するミャンマーはシーイングが良く，惑星の高倍率での観察に適しています．今年は10月に火星の準大接近が，そして12月には木星と土星の大接近が起きます．それらの観察にも大いに役立つことでしょう．

本記事の前編では，ミャンマーでの天文事情，そしてマンダレー大学を訪問することによって「ミャンマーの天文はこれからだ」と痛感したところまでお話しました．その勢いから，同大学に天体望遠鏡を寄贈する約束をし，天文教育と普及に役立ててほしいと考えたのです．そして帰国後，どんな天体望遠鏡を寄贈するのがよいだろうと考え始めたのですが，今回の天体望遠鏡寄贈は，

❶あくまで個人的に行なうことであり，多額の費用をかけるわけにはいかないこと
❷ハンドキャリーで運搬するため，あまり大型の天体望遠鏡を持っていくわけにはいかないこと
❸ミャンマーという発展途上国で運用するため電源に頼らなくとも動かすことができること
❹それでいて，単に見て楽しむだけでなく，何らかの観測に充分に使用できること
といった条件が付いているわけです．

そうこうしているうちに，過去に一緒にミャンマーを訪れたことのある，外山保廣氏と土生祐介氏がメンバーに加わってくれることとなり，有志3名でマンダレー大学に天体望遠鏡を寄贈することとなりました．選定した天体望遠鏡は，まず赤道儀は旧型ですがタカハシのEM-100です．あえて旧型のEM-100を選んだのは，微動装置を用いて手動でも動かすことができる点を重視したためです．当初はタカハシのJPクラスを検討したのですがさすがに重く，さらには極軸の傾斜角度が25°～とマンダレーのような低緯

マンダレー大学からの感謝状

今回の天体望遠鏡寄贈に関し，大学長から直々に感謝状をいただきました．見返りは何も期待していませんでしたが，やはりこうして感謝状を受け取るのはうれしいものです．ところで余談ですが，マンダレー大学を始めミャンマーの大学は先生も学生さんも女性が多いです．日本で問題になりましたが，大学入試の合格基準点が男性より女性の方が高いのは，ミャンマーでは常識になっています．

度に対応していないため，あきらめざるを得ませんでした．今日のハイテクな天体望遠鏡はとても便利ですが，電力がなくても動かすことができるという点では，ミャンマーのような電力事情のよくない国ではとても重要になるのです．

そのモータードライブは純正品から高速導入可能なタイプに換装され，微動装置を使わなくとも天体の導入と微調整が可能になっています．しかし消費電力がやや多く，乾電池での運用可能時間が短いことから，今後の検討項目となっています．そして鏡筒はコンパクトながら高倍率での観測にも使えるセレストロン社のC9.25が選定されました．当初はC8あるいはμ-180クラスを検討したのですが，より集光力があり高倍率での特性もよいC9.25に落ち着いたのです．ただ少々誤算だったのは，EM-100にC9.25は楽に載るだろうと思ったのですが，意外にもいっぱいいっぱいの印象だったことです．しかし今後も改良を加えますので，同大学で大いに活躍してくれることでしょう．

今年の10月には火星の準大接近，そして12月21日には木星と土星の大接近が控えていますが，筆者はミャンマーでそれらを観測することを今からとても楽しみにしています．

発展途上ではあっても，一般市民の情熱と微笑みがとても印象的なミャンマー．政府ODAや民間企業のボランティアとくらべたら微々たるものかもしれませんが，ささやかながら国際貢献を行なうことができて，今後のミャンマーにおける天文普及のお役に立てたらとてもうれしく思います．

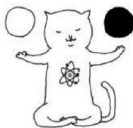
天体望遠鏡を寄贈した有志3名

今回の天体望遠鏡寄贈は，筆者とほか2名の計3名で行ないました．写真は2017年12月にその3人でバガンを訪れたときのものです．背景に写っている岩山はタウンカラッとよばれ，ミャンマーが仏教を普及させるために精霊たち（日本でいうと八百万の神様にあたるかもしれません）を祀った場所で，777段の階段を昇って観光することができます．

バガンで撮影した2019年のふたご座流星群

余談になりますが，筆者が10年前に初めてミャンマーを訪れた際，一番驚いたのがバガンの見事な遺跡群です．当時はまだ軍事政権下だったのですが，バガンはユネスコの世界遺産になっていないのが不思議なほどの見事な遺跡群でした．筆者はそれから毎年のように，バガンに撮影に出かけているのです．そんなバガンも昨年ついに世界遺産に登録されてしまい，遺跡保護の観点からかつて名物だった仏塔登りもできなくなっています．写真は昨年12月のふたご座流星群を，マンダレー大学訪問のあとに出向いたバガンの遺跡群の中で撮影したものです．月明かりの影響で夜空は明るかったですが，遺跡群も照らし出され，人類の営みと宇宙の営みが交差するかのような光景を眺めることができました．

文:松原隆彦

高エネルギー加速器研究機構，素粒子原子核研究所・教授．博士（理学）．京都大学理学部卒業．広島大学大学院博士課程修了．東京大学，ジョンズホプキンス大学，名古屋大学などを経て現職．主な研究分野は宇宙論．2012年度日本天文学会第17回林忠四郎賞受賞．著書は『現代宇宙論』（東京大学出版会），『宇宙に外側はあるか』（光文社新書），『宇宙の誕生と終焉』（SBクリエイティブ）など多数．

挿絵:くれよんカンパニー

この宇宙が誕生した瞬間，すべての物理法則は，生命にとって都合の良い世界になるよう，誰かが意図したかのように完璧に調整されました．この不思議な問題の答えを，一緒に考えてみましょう．

第20回（最終回）

微調整問題は何を意味しているのか

微調整問題とマルチバース論

この連載では，宇宙を支配している物理法則や宇宙の性質の中に含まれる，理論的に値を決めることのできないパラメータについてのべてきた．そのパラメータの値は，なぜか宇宙に人間が生きていくのにちょうどよい値に微調整されていることを見てきた．

なぜそんな都合のよい宇宙が作られたのか，というのが宇宙の微調整問題だった．この問題は，宇宙の存在とは何なのかという問題と切っても切れない関係にある．宇宙が人間を誕生させなければならなかった理由とは何だろう．

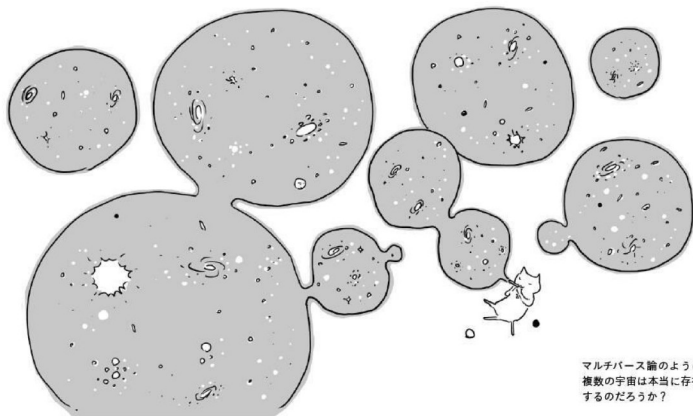
微調整問題を本気で解決しようとしたとき，奇妙ではあっても考えやすい考え方の一つは，マルチバース論である．私たちの住んでいる宇宙は唯一無二のものではなく，いろいろなパラメータをランダムに持った宇宙が無数に存在するという考え方だ．

マルチバース論が正しく，充分に多様な宇宙が無数に存在すれば，どんなに小さな確率であっても，どこかには人間に都合のよい宇宙ができるだろう．無数の宇宙があれば，そうした特別な宇宙がどこかにはあるはずだ．

マルチバース論にも，いろいろな種類がある．米国の物理学者マックス・テグマークの分類によると，マルチバース論はレベルⅠからレベルⅣまでに分類できるという[※1]．

レベルⅠマルチバースでは，私たちに観測可能な宇宙の範囲が有限であることから生じる．観測可能な範囲を超えた先には，空間的にはつながっているが，私たちとは重ならない別の観測者にとっての観測可能な宇宙があるだろう．ただし，この場合には物理定数などのパラメータは変化していないと思われるので，微調整問題の解決にはならないかもしれない．

レベルⅡマルチバースは，宇宙の中に異なるインフレーションを経験した場所があることで生じる．インフレーションとは，宇宙初期に起きたとされる仮説的な急膨張のことで，異なるインフレーションを経験した宇宙では，その中の物理パラメータの値が異なるとも考えられるのだ．

レベルⅢマルチバースは，量子力学的な世界観から生じる．ミクロの世界では不確定性関係により物理的な量が一つに定まらないのだった．これは，あり得る現実が重なり合って存在

マルチバース論のように
複数の宇宙は本当に存在
するのだろうか？

するためだという解釈がある．人間が観測するたびに一つの現実が選びとられ，宇宙が多数の世界に分岐していくことになるというのだ．量子力学の多世界解釈とよばれている．この解釈に基づくと，宇宙はその歴史の中で異なるパラメータを持つ無数の宇宙に分裂してきたとも考えることができる．

レベルⅣマルチバースは，数学的に表わすことのできる宇宙のすべてが存在するという究極のマルチバースだ．それがどうしてできたのかということは問題にしない．とにかく可能なことは何でもある，という太っ腹な考え方である．

マルチバース論が正しければ，微調整問題は解決だ．人間は人間が生きられるところに生まれたという当たり前の話になる．ただ，その代償として人間がいない宇宙を無数に考えなければならない．膨大な無駄の上に人間が生まれたことになる．

マルチバース論は微調整問題の解決法として確かに説得力があるが，検証することが非常にむずかしい．原理的にほかの宇宙が観測不可能だった場合，それを存在しているといってよいのだろうか．観測不可能な別宇宙の存在を仮定すればよしとするのは，安易に過ぎるという気もする．そこで，微調整問題の解決に対する別の可能性も考えてみよう．

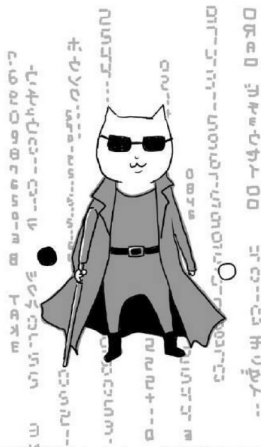
この世界は幻想か

前々回の連載では空間や時間の次元について取り上げたが，空間や時間の本質というのは物理学でもなかなか厄介な代物だ．物質とは異なり，直接見たり触ったりできない．私たちは直感的に空間や時間が存在すると考えているが，それらは出来事を指し示す数字でしかなく，その実体を見せろといわれても，まさに雲をつかむような話だ．

とくに時間については，過去から未来へ流れるという奇妙な性質を持っている．だが，時間が流れるという性質は，物理学の理論の中には対応するものがない．

時空間を物理学で扱うことができる一般相対性理論においても，時間とは単なる出来事を表わすラベルでしかないのだ．時間がなぜ流れるのかというしくみまで明らかになっているわけではない．どんな物理学理論の中でもそれはまったく明らかではない．物理学の方程式に出てくる時間は流れるものではなく，ただそこに横たわっているラベルなのだ．

だが，人間の頭の中には，現在，過去，未来という明瞭な区別がある．客観的に見れば時間は過去から未来へ流れるともいえるし，主観的に見れば時間は未来からやってきて過去へ押し

※1 Tegmark, Max (May 2003). "Parallel Universes". Scientific American. Vol. 288. pp. 40-51.

この世界がもしシミュレーション（仮想現実）上のものであるなら，SF映画のように現実世界では人間とコンピュータによる戦争が繰り広げられているかもしれない．

流されていくともいえる．物理学の理論の中には，そのような性質を時間が持つべき理由がないのだ．

時間というのは人間が頭の中で作り出した幻想ではないのか，とも思えるのである．時間がもし幻想ならば，空間も幻想であろう．相対性理論によれば，時間と空間は一体化したものだからだ．もし時間も空間も人間の頭の中で作り出した幻想であるならば，この世界そのものが幻想であるということにもなる．この世界は見かけの世界であって，その裏にもっと本質的なものが隠されているのでないか．

もしそのようなことがあるのなら，宇宙の微調整問題に対する見方も変わってくる．目に見える世界が人間の頭の中で作り出した幻想に過ぎないのなら，そんな世界に見出される物理の法則とそれに付随する物理定数，また宇宙を形作るパラメータは人間に都合のよいものになっているのは当然だ．物理法則も含めたこの見かけの世界は，人間の頭の中に作り上げられたものだからだ．

この世界の本質は見かけ上の世界を超越したところにあるのかもしれない．少なくとも，相対性理論や量子論は，観測者と無関係に存在する世界という直感的な考えが正しくないことを明らかにした．相対性理論は観測者の運動状態によって時間と空間が変化することを明らかにしたし，量子論は観測者の存在が世界の状態を決定づけるのだと明らかにした．

つまり，人間という観測者を自然界と独立に考えることはできないのである．観測者である人間が，物理法則の成り立つ理由にもっと積極的に関与している可能性があるのかもしれない．つまり，宇宙の本質は見かけ上の姿とはかけ離れたところにあって，物理法則はその見かけ上の姿を人間が理解しようとするときに現われてくる2次的なものかもしれないということである．

こういうことが正しければ，微調整問題，つまり宇宙のパラメータが人間にとって都合よく選ばれていることも見かけ上の問題になる．さらには，そういうパラメータを含む物理法則そのものが成り立つことも見かけ上の問題になる．微調整問題を不思議に思うのは，見かけ上の世界の裏に隠されている宇宙の本質をまだ人間が見抜けていないだけなのかもしれない．

人間はシミュレーション宇宙に住んでいる？

人間の住んでいる世界が見かけ上のものだとすると，その実体はなんなのだろうか．人間が世界を把握するのは，脳の中の情報処理の結果である．膨大な情報処理の過程で，時間や空間を持つ宇宙という見かけ上の姿が出てくるとすると，世界の本質は情報だということになる．これは連載の第1回目に少し取り上げたジョン・ホィーラーの考え方である※2．

その情報はどう処理されているのだろうか．ここで，この宇宙が私たちよりも高度な知性によってシミュレーションされているのではないか，という恐ろしい可能性に突き当たる．

私たちがコンピュータで現実世界をシミュレーションするとき，コンピュータ上に3次元空間を擬似的に作り出す．だが，その3次元空間は実際に存在するものではなく，その実体はコンピュータのチップ上に繰り広げられる情報処理によっ

※2 J. A. Wheeler, 'Information physics, quantum; The search for links', in Complexity, Entropy, and the Physics of Information, SFI Studies in the Sciences of Complexity, vol. VIII, W. H. Zurek (ed.), Addison-Wesley (1990).

※3 P. Davies, 'Universe galore: where will it all end?', B. Carr (ed.) Cambridge University Press (2007)

て現われる，見せかけの存在だ．

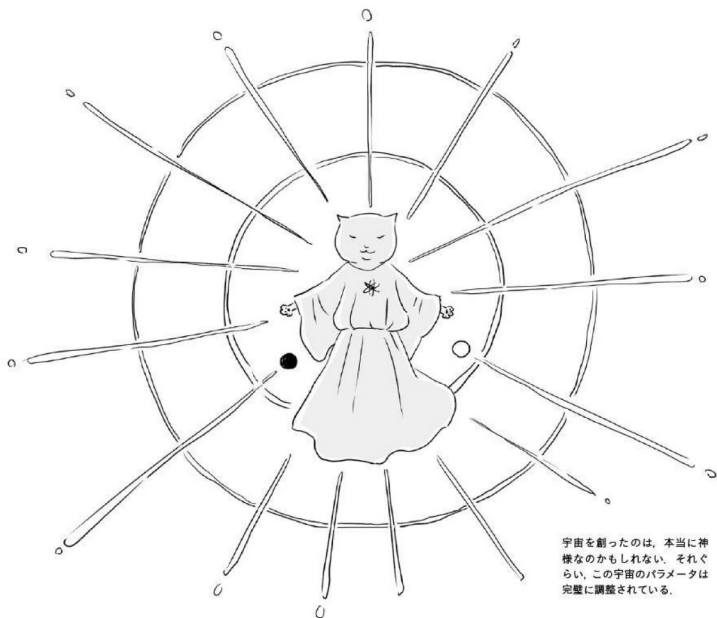
もしこの世界がシミュレーション宇宙ならば，それを行なっている超知性ともいうべきものは宇宙のパラメータを自在に操ることができる．彼らがシミュレーション宇宙の中でうまく人間という知性が生まれるようにパラメータを試行錯誤で選んだとすれば，マルチバースを仮定することには意味がなくなる[※3]．

その超知性は，シミュレーション宇宙をできるだけ効率よく作り出そうとするだろう．宇宙の法則は基本的なところで単純な形をとっているが，それも人間を生み出すという条件のもとでシミュレーションの効率化を図ってのことではないか．

シミュレーション宇宙を効率よく動かそうとすれば，人間に見えている世界のほかの部分は計算を省略してしまう方がよい．シミュレーション宇宙は人間に観測可能な範囲の宇宙だけで充分だ．それ以外を考えることは効率的ではない．

筆者もこの宇宙がシミュレーション宇宙だと本気で信じているわけではないが，そういう可能性が否定できないことも事実である．超知性のようなものを持ち出してくると神がかってくるが，見かけ上の世界は何か別のものから現われ出てきた仮想現実の可能性があるという意味では示唆的であろう．

この連載においていろいろと述べてきた微調整問題は，未解決問題であって結論はない．この問題はどんな世界の姿を私たちに教えてくれているのか，今後の物理学研究によって明らかになる日は来るのだろうか．筆者はそう信じたいが，すぐに明らかになることはないだろう．その間，この奥深い問題を楽しみながら考えてもらえたなら，筆者にとってこれほどうれしいことはない．

約1年半にわたって続けてきたこの連載も，今回で最後です．これまで読んできてくださった読者の皆さま，どうもありがとうございました．

宇宙を創ったのは，本当に神様なのかもしれない．それぐらい，この宇宙のパラメータは完璧に調整されている．

国立天文台チリ観測所教授．1965年，東京都生まれ．専門は電波天文学，星間物理学．国立天文台で職を得たのち，宇宙科学の広報普及のためにJAXA宇宙科学研究所に移籍．2014年8月より再び国立天文台にもどって巨大電波望遠鏡であるALMAの推進にあたっている．学生時代は東京大学漕艇部の主将を務めた，自称"体育会系天文学者"．

切手で見る 天文研究・宇宙開発

名簿が公開されなくなり，年賀状のやり取りもすっかり減ってしまいました．
しかし，そんな時代だからこそ，
きれいな切手の貼られた絵葉書などが届くとうれしいものです．

阪本成一：文

切手の貼られた郵便物の持つ温かみ

日本との時差12時間のチリに赴任していてアタカマ出張も多いことから，私のふだんの情報交換の媒体はおもに電子メールです．チリ赴任者同士の緊急連絡はこれにSlackやWhatsAppが加わり，会議は主にSkypeやZoomで行なっています．以前は押印した文書を国際郵便で送るというような無駄もありましたが，私の所長時代にほぼすべて電子署名を認めさせました．こんな状況ですので郵便物が届くことは稀ですが，それでも三鷹に届いた郵便物が月に一度まとめて国際郵便でチリに届きます．

これらの郵便物はほとんどが学会誌や学会費の振込請求書や業務連絡で，手元に届いた時点で締め切りを過ぎていることも多くて憂鬱なのですが，その中にきれいな切手が貼られた封書が含まれていることがあります．内容はロマンチックなものではないのですが，それでも早く開封して書面を読みたくなります．電子メールや通常の業務連絡とは違う温かい何かをそこに感じるからです．ですから，日本からの出張者にはチリから家族や大切な人に宛てて絵葉書を出すように促していて，そのために手元に切手を用意しておくようにしています．品揃えは天文・宇宙・自然関係の特殊切手が中心です．

切手で見る宇宙開発

日本では，これまでにも宇宙開発に関連する特殊切手がいくつか発行されています．比較的最近のものとしては「国際宇宙会議福岡大会」(2005年発行)や「国際宇宙年」(1992年発行)があります．ほかにも，「戦後50年メモリアルシリーズ」や「20世紀デザイン切手シリーズ」「科学技術とアニメ・ヒーロー・ヒロインシリーズ」「地方自治法施行60周年記念シリーズ茨城県」でも最先端の科学・技術の象徴として宇宙開発が取り上げられています．

宇宙切手展の事務局に送った激励の葉書．12月24日にサンティアゴから送ったものが1月20日に届いたと電子メールで即日返信があった．いったい何をやっているのやら．

こちらから特殊切手の企画を持ち込んで発行してもらうのは容易ではありませんが，最近ではフレーム切手(外枠部分が切手になっていて内側の無地部分に好きな図案を印刷できる)を活用して，オリジナル切手を小ロットで作成することも増えてきています．個人でも作成でき

ますが，郵便局の企画としても進められており，宇宙関係でも「銀河連邦25周年記念」（2012年発行）や，「はやぶさ」（2012年発行）が発行されました．2014年には「国分寺市市制施行50周年記念」のオリジナルフレーム切手が地域限定で発行され，デザインにペンシルロケットや小惑星イトカワが採用された縁でJAXAから寄贈していただきました．

切手趣味は世界共通で，大部分は使用されずに保管されますから，特殊切手の発行は小国を中心に貴重な外貨収入の手段と位置付けられています．そしてそこには日本の宇宙機も数多く登場します．JAXAが公開している写真などを参考にイラストを描き起こし，切手に用いるのです．ただし，JAXAの監修が入っていないこともあるので突っ込みどころは満載で，そこがまた別の希少さを生んでいます．

天文関連切手

日本国内の天文台関係の特殊切手としては，1949年の「緯度観測所創立五十年」，1953年の「東京天文台創設75年」，1960年の「東京天文台岡山天体物理観測所開所」，1978年の「東京天文台100年記念」，1999年にふるさと切手として発行された「東大木曽観測所と御岳山・長野県」，2008年の「日本天文学会創立100周年」がよく知られています．日本天文学会創立100周年の切手には小惑星探査機「はやぶさ」やX線天文衛星「すざく」があしらわれており，有価証券である切手への画像の無償利用に関して日本天文学会とJAXAの知財グループとの間で話がこじれ，当時JAXA宇宙科学研究所にいた私が調整に入ったものの，実は画像の著作権はJAXAにはなかったという，いわくつきの品です．

天体関係では，比較的最近発行された「星座シリーズ」，「星の物語シリーズ」，「天体シリーズ」が有名です．これらは普段使いされることも多く，私もよく受け取ります．また「20世紀デザイン切手シリーズ・第16集」にはハレー彗星接近が取り上げられており，この1枚だけが5角形をしています．ちなみに昨年12月にはグリーティング切手「星の王子さま」も発行されています．

外国でも同様に多数発行されているはずですが，なかなかフォローしきれません．昨年ドイツでALMAの切手が発行されたことはALMAの公式ツイッターで知りました．チリでは，1971年発行の「Observatorio Astronomico Cerro El Tololo（セロ・トロロ天文台）」，1972年発行の「Observatorio Cerro Calan Universidad de Chile（チリ大学セロ・カラン天文台）」が有名ですが，いずれも私はまだ持っていません．2002年発行の「Observatorios en Chile（チリの天文台）」，2010年発行の「Inauguración Telescopio Mini TAO（MiniTAO望遠鏡の起工式）」，2019年発行の「Eclipse Solar Total（皆既日食）」などは今もチリ中央郵便局で購入可能で，昨年末に振替休日を利用して平日の日中に購入しました．

宇宙切手展を企画

実は私は切手収集が取り立てて趣味というわけではないのですが，切手は天文研究・宇宙開発をより身近にするためのツールとして有効だと思っています．したがって，（切手趣味以外の）一般の方に見ていただくための発表の場が必要です．以前はJAXA宇宙科学研究所の展示室が発表の場でしたが，国立天文台に異動してからそういう機会がなくなってしまいました．

そんなとき，2019年10月に東京都国分寺市で「宇宙へのあこがれ展ー切手でみる宇宙開発史ー」が開催され，JAXAのOBの辻野照久さんの膨大なコレクションの一部とともに私の収蔵品をご覧いただく機会に恵まれました．ちなみに事務局の担当者は東京・目白の切手博物館で切手の展示方法を学んでいるそうです．うまく全国展開できるとよいのですが．

（左）2012年の「銀河連邦25周年記念」フレーム切手発売に先立ってJAXA相模原キャンパスで行なわれた贈呈式．（写真：JAXA）
（右）2014年の「国分寺市市制施行50周年記念」フレーム切手発売にともない，東京都国分寺市で行なわれた贈呈式．

※連載「宇宙に耳をすます」は今号で最終回となります．2009年4月号より阪本成一先生に毎号ご執筆いただきました．長きにわたりありがとうございました．阪本先生には今後，特集記事などでご協力をいただきます（編集部）．

MODEL ROCKET

モデルロケットで
アマチュアも宇宙を目指す……

今日から
ロケッティア！

文:足立昌孝

NPO日本モデルロケット協会
JAR運営委員・指導講師

ロケットの飛行安全評価解析の仕事に従事し，筑波宇宙センターにて人工衛星の追跡管制システムエンジニアリング，「きぼう」日本実験棟の開発に加わる．公私ともに宇宙開発分野の広報を行ない，とくに科学教育の必要性から，モデルロケットの普及に励む．海外旅行とスキューバダイビングが趣味．ダイビングインストラクターの資格を持ち，暇さえあれば世界のどこかに出かけている．

MISSION 183

モデルロケットと安全

モデルロケットは人類の宇宙開発とともに歩み始め，青少年へ宇宙への興味を持っていただき科学と技術を理解する人材を育成するという目的は1957年から一貫として変わりません．

普通科高校などでは理科教材として取り上げられることが多いのですが，実際の宇宙開発をギュッと圧縮して理科や技術について理解を深める科学教材ですから，工学の要素も多分に含んでいます．それともう一つ，モデルロケット教育で教えたいことは，安全教育であるということです．科学（Science）と工学（Engineering）と安全（Safety）を密接な関係を持って体験できるのがモデルロケット教育であり，現在の学校教育のカリキュラムでは教えづらいことなのです．そして，この3つは工業製品を開発するためにとても重要な概念です．

安全について

モデルロケットで学ぶ安全について少し紹介します．モデルロケットは青少年が扱える中でトップクラスの速度で飛行するものだと思います．使い方を誤れば危険な状態にもなりますので，自分や他人に対する傷害や建屋などの損害を防ぐためにさまざまな安全対策が考えられています．

一つはシステムによる安全です．紙，プラスチック，バルサ材などの軽量の素材で機体を作ること，エンジンはイグナイターを装着しなければ点火できないこと，点火は離れたところから電気で点火すること，ロンチコントローラは2つのスイッチがオンにならなければ機能しないこと，エンジンはメーカー製の正規品を使用し改造をしてはいけないこと，機体にはパラシュートなどの回収装置を備えることなどです．

モデルロケット教室では，実験を交えながら安全な取り扱いを学ぶ．

もう一つは運用（ルール）による安全です．射点からの各種保安距離が決められていること，打上げ時はカウントダウンによる周囲への注意喚起を行なうこと，不点火の際には30秒経過してから近付いてエンジンとイグナイターを点検すること，ライセンス制度による知識と技術を習得した者が扱うことなどです．

安全はボーッとしていても得られない，どういう危険があるか識別し積極的に危険を排除することで安全は確保できるということを意識付けてもらいたいと思います．

安全設計

工業製品には安全設計という概念が必要ですが，宇宙開発ではかなり厳しい安全設計が求められます．機器や機能は壊れることが前提で，重要な機器は壊れてもロケットや衛星，人命の損失につながら

不慮の事態でも危険がおよばないように保安距離等のルールが定められている.

ないようにするという設計が必要とされています. 故障しても安全側に働くような設計をフェールセーフといいます.

たとえば, 人工衛星にとってバッテリーは重要な機器ですが, エネルギー源であることから発熱や発火などの危険を内在しています. 過剰な充放電を抑制する回路が必要だったり, 異常な温度上昇やショートした場合には, 瞬間的に電流をカットする機能が必要です. そのための機能は, 2つ故障しても動作するように3つ必要とされています. これを二重故障許容(Two Fault Tolerant)といい, 重要な部分の設計に適用されています. 打上げ飛行中のロケットの中や宇宙ステーションの宇宙飛行士の近くなど, 電源が入ってはいけないときにスイッチの故障で電源が入ってしまわないように, 3つのスイッチがすべてオンになったときのみ電源が入るようにしたり, アンテナを展開したり電波を放射する機能にもスイッチは3つ用意しなければなりません.

ガラス類は割れて破片が飛散すると危険なので飛散防止フィルムを貼ったり, 打上げの振動が加わっても割れないことを証明する必要があります. 鋭いエッジなどは宇宙飛行士が触れて怪我をする可能性があるので丸めなければなりませんし, 指が入って怪我するような穴も禁止です. 宇宙飛行士が触って低温火傷や火傷をしないように機器表面の温度範囲も規定されています. モーターなどの回転体が飛び出して宇宙飛行士に怪我を負わせないように, 回転エネルギーの大きさが規定されています. 使用する材料も, 有害ガスを出す可能性があるものは危険な量にならないか評価が必要です. 構造そのものが打上げ時の振動や衝撃で壊れないことを, 構造解析や振動試験で証明する必要も当然あります.

宇宙機について, ロケットで打ち上げる場合と, 宇宙ステーション補給機「こうのとり」などに搭載して「きぼう」日本実験棟に運び込むものと混在して説明していますが, 地上の製品ならこの程度いいだろうということにも厳しい設計基準を設けているのが宇宙機なのです.

ですから, 宇宙開発が盛んな国の工業製品は信用できると海外にアピールすることにもなるので, 工業立国にとって宇宙開発を推進することは何倍にも価値があることなのです.

【訂正とお詫び】

3月号の「今日からロケッティア!」にて写真の出典の掲載漏れがございました. 下記のとおり, 掲載する写真の出典を明示いたします. 読者の皆さま, 関係者の皆様にご迷惑をおかけしたことを, 心よりお詫び申し上げます.

掲載した写真の出典はすべて「首相官邸ホームページ」

ロケットカレンダー

4月25日(土), 5月30日(土)に日本モデルロケット協会にて第4級取得講習会を開催いたします. 受講希望者は協会までお気軽にお問い合わせください. なお, すでに定員に達している場合がありますので, 最新情報は*http://www.ja-r.net/school.html*をご覧ください.

※モデルロケット打上げ従事者証取得方法については, 日本モデルロケット協会にお問い合わせください.

特定非営利活動法人(NPO) 日本モデルロケット協会(JAR)
〒356-0004 埼玉県ふじみ野市上福岡1-5-23 青柳ビル4F
TEL. 049-266-5188 FAX. 049-266-5198
URL. *http://www.ja-r.net/* e-mail. *info@ja-r.net*

鹿児島工業高等専門学校教授
篠原 学：文

この冬のオーロラと太陽風

11月号から始めたオーロラ予想のページ（p.85）は，今月で終わりです．半年にわたって見てきたオーロラ活動と太陽風の変化を振り返ってみましょう．

図1は，オーロラの活動度の参考として使っていたカレッジのA指数と太陽風速度の過去1年間の27日周期の変化です．この冬のオーロラ予想の期間は，グラフの下半分に相当します．すると，今回目立っていたオーロラと太陽風の周期的な変化は，AとBの2つの楕円になりそうです．

Aの変化は，予想を始めたころ（グラフの6段目，2019年9月ごろ）は大きく高まっていて，この冬の活躍を期待したのですが，結果として秋のころが高まりのピークで，以後，変化は次第に小さくなってしまいました．そして，12月の高まりを最後に，グラフの下の2周期では変化がまったく見えなくなってしまいました．

しかし，これと入れ替わるように，1月からBの高まりが立ち上がっています．ここは，今月のオーロラ予想でも注目している期間なのですが，まだ見え始めたばかりの変化で，発生源のコロナホールの広がりも高緯度側に偏っているため，この後も周期的な高まりが続くかどうかはわからないところです．

このように，今期のオーロラ活動の高まりは，この2つの期間くらいしか見当たらず，かなり厳しい季節になってしまいました．静かな日が長々と続き，ときどき思い出したようにオーロラが高まる，そんな印象でした．

その状況をよく表わしているのが，図2の黒点相対数とKp指数の長期変化のグラフです（黒線は現在の第24期，灰色線は第21～23期の様子）．Kp指数は磁気圏の乱れの程度を表わしていて，大きい値ほど磁気圏が荒れて，オーロラも強まっていたと考えられます．

今回のオーロラ予想の期間は，グラフの2020年の文字の上の短い横線で示しています．すると，横線の始まりのころに，Kp指数のグラフは小さい山を作っていましたが（図1のAによるものでしょう），すぐに下がってしまい，グラフの最後（2020年1月ごろ）には，2017年から続いているKp指数の下降ベース（矢印）に沿った位置まで下がってしまいました．

また，グラフの最後の値そのものは，前の周期で考えると極小（2008年12月）直後の2009年後半に匹敵する水準まで下がっています．しかも現在の黒点相対数のグラフを見ると，今回はまだ極小を越えていない（黒点数のグラフが上昇を始めていない）様子で，今後，次の冬にかけてKp指数はさらに下がってしまうかもしれません．そうなると90年間のKp指数の中で最低レベルとなった2010年の記録にどこまで近付くかという，マイナス方向の興味が高まることになりそうです．

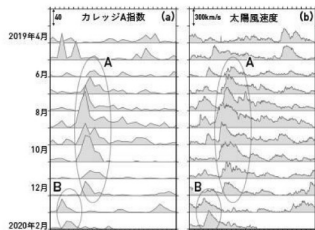



図1　2019年4月以降のアラスカ・カレッジA指数（a）と太陽風速度（b）の約11ヵ月の推移．27日の周期性に注目したグラフ．（NOAA/SWPC）

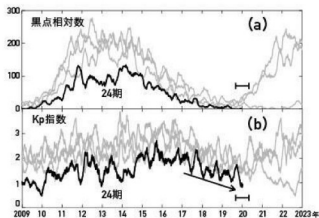



図2　第24期と第21～23期（灰色）の黒点相対数3ヶ月平均値（a）とKp指数2ヵ月平均値（b）を，活動周期の始まりを揃えて重ねたグラフ．（WDC-SILSO，NOAA/SWPC）

ASTRONOMY DATA / APRIL

天文データ・4月　相馬 充

（国際天文学連合2009年と2012年の決議に基づく）

光速度（真空中）＝299792.458 km/s（定義値）
万有引力定数＝$6.67428\times10^{-11}m^3/(kg\,s^2)$
1光年＝9.4607×10^{12}km＝63241天文単位＝0.30660パーセク
1パーセク＝3.0857×10^{13}km＝206265天文単位＝3.2616光年
1天文単位＝149597870.7 km（定義値）
平均黄道傾角＝23°26′11″.804　(2020.5年)
一般歳差＝50″.2925／ユリウス年　(2020.5年)
赤経の歳差＝46″.1273／ユリウス年　(2020.5年)
赤緯の歳差＝20″.0402／ユリウス年　(2020.5年)
章動定数＝ 9″.2052331
光行差定数＝20″.49551

1太陽年＝ 365日　$5^h48^m45^s.147$ (2020.5年)
1恒星年＝ 365日　$6^h09^m09^s.765$ (2020.5年)
1近点年＝ 365日　$6^h13^m52^s.592$ (2020.5年)
1 食 年＝ 346日 $14^h52^m55^s.188$ (2020.5年)
1朔望月＝　29日 $12^h44^m02^s.881$ (2020.5年)
1恒星月＝　27日　$7^h43^m11^s.561$ (2020.5年)
1近点月＝　27日 $13^h18^m33^s.092$ (2020.5年)
1交点月＝　27日　$5^h05^m35^s.886$ (2020.5年)
1分点月＝　27日　$7^h43^m04^s.709$ (2020.5年)
1平均太陽日＝1.0027379093平均恒星日＝$24^h03^m56^s.55537$（平均恒星時にて）
1平均恒星日＝0.9972695663平均太陽日＝$23^h56^m04^s.09053$（平均太陽時にて）

●地球
赤道半径＝6378.137 km
極半径＝6356.752 km
扁　率＝1/298.257＝0.00335281
赤道全周＝40075.02 km
子午線全周＝40007.86 km
表面積＝$5.100656\times10^8km^2$
体　積＝$1.083207\times10^{12}km^3$
質　量＝5.9722×10^{24} kg
平均密度＝$5.513g/cm^3$
自転周期＝$23^h56^m04^s.09893$（平均太陽時にて）
自転速度＝465.101 m/s（赤道上で）

●太陽
平均視半径＝15′59″.64
半　径＝696000km＝109.12×地球赤道半径
表面積＝$6.0874\times10^{12}km^2$＝11934×地球表面積
体　積＝$1.4123\times10^{18}km^3$
　　＝1.3038×10^6×地球体積
質　量＝1.9884×10^{30} kg＝332946×地球質量
平均密度＝$1.408g/cm^3$＝1/3.916×地球平均密度
赤道重力＝$274.0m/s^2$＝28.01×地球赤道重力
脱出速度＝617.5km/s
自転周期＝25.05日（赤道で）
実視等級（V）＝−26.75
色指数（B−V）＝＋0.65

●月
平均視半径＝15′32″.28
半　径＝1737.4 km
表面積＝$3.7932\times10^7km^2$
体　積＝$2.1968\times10^{10}km^3$
質　量＝7.3458×10^{22} kg
平均密度＝$3.3439 g/cm^3$
表面重力＝$1.624 m/s^2$
脱出速度＝2.376 km/s
平均距離＝384399 km
満月の平均実視等級＝−12.74
平均色指数（B−V）＝＋0.92

●惑星のデータ

惑星	軌道長半径(天文単位)	公転周期(太陽年)	会合周期(日)	軌道離心率	軌道傾角(°)	視半径(″)	赤道半径(km)	体積	質量	平均密度(g/cm³)	反射能	極大等級	自転周期(日)	脱出速度(km/s)
水星	0.3870983	0.240852	115.88	0.2056359	7.00536	5.48	2440	0.0562	0.05527	5.43	0.11	−2.50	58.646	4.25
金星	0.7233298	0.615210	583.92	0.0067621	3.39487	30.16	6052	0.8571	0.81500	5.24	0.65	−4.89	243.02	10.36
地球	1.0000010	1.000039	—	0.0167000	0.00000	—	6378	1.0000	1.00000	5.51	0.37	—	0.9973	11.18
火星	1.5236793	1.880888	779.94	0.0934192	1.84960	8.93	3396	0.1506	0.10745	3.93	0.15	−2.88	1.0260	5.02
木星	5.2026032	11.86224	398.88	0.0485283	1.30214	23.42	71492	1321.4	317.828	1.33	0.52	−2.94	0.4135	59.53
土星	9.5549092	29.45778	378.09	0.0554375	2.48811	9.67	60268	763.6	95.161	0.69	0.47	−0.49	0.4440	35.48
天王星	19.2184461	84.02225	369.66	0.0462903	0.77336	1.92	25559	63.09	14.536	1.27	0.51	+5.31	0.7183	21.29
海王星	30.1103869	164.7735	367.49	0.0089894	1.76804	1.15	24764	57.72	17.148	1.64	0.41	+7.80	0.6713	23.49

軌道要素は2020.5年の平均要素．公転周期と自転周期は対恒星周期．軌道傾角の基準面は瞬時の黄道．視半径は平均の衝または内合のときの値．体積と質量は地球が単位．反射能は位相角0°に対する幾何学的アルベド．脱出速度は赤道上での値．質量は大気を含むが，衛星を除く．

●おもな恒星のデータ

星名		位置(2000.0) 赤経(α)	位置(2000.0) 赤緯(δ)	位置(2020年4月) 赤経(α)	位置(2020年4月) 赤緯(δ)	等級
		h m	° ′	h m	° ′	
アルフェラッツ	α And	0 8.4	+29 5	0 9.4	+29 12	+2.07
カフ	β Cas	0 9.2	+59 9	0 10.3	+59 16	+2.28
シェダー	α Cas	0 40.5	+56 32	0 41.7	+56 39	+2.24
ルーシュバー	δ Cas	1 25.8	+60 14	1 27.2	+60 20	+2.66
アケルナル	α Eri	1 37.7	−57 14	1 38.5	−57 8	+0.45v
ハマール	α Ari	2 7.2	+23 28	2 8.3	+23 33	+2.01
ポラリス	α UMi	2 31.8	+89 16	2 57.5	+89 21	+1.97
ミルファック	α Per	3 24.3	+49 52	3 25.8	+49 56	+1.79
アルデバラン	α Tau	4 35.9	+16 31	4 37.1	+16 33	+0.87
リゲル	β Ori	5 14.5	− 8 12	5 15.5	− 8 11	+0.18
カペラ	α Aur	5 16.7	+46 0	5 18.2	+46 1	+0.08
ベラトリックス	γ Ori	5 25.1	+ 6 21	5 26.2	+ 6 22	+1.64
エルナト	β Tau	5 26.3	+28 36	5 27.6	+28 37	+1.65
アルニラム	ε Ori	5 36.2	− 1 12	5 37.2	− 1 11	+1.69
ベテルギウス	α Ori	5 55.2	+ 7 24	5 56.3	+ 7 25	+0.45v
メンカリナン	β Aur	5 59.5	+44 57	6 1.0	+44 57	+1.90v
ミルザム	β CMa	6 22.7	−17 57	6 23.6	−17 58	+1.98
カノープス	α Car	6 24.0	−52 42	6 24.4	−52 42	−0.62v
アルヘナ	γ Gem	6 37.7	+16 24	6 38.9	+16 23	+1.93
シリウス	α CMa	6 45.1	−16 43	6 46.0	−16 45	−1.44v
アダーラ	ε CMa	6 58.6	−28 58	6 59.4	−29 0	+1.50
ウェゼン	δ CMa	7 8.4	−26 24	7 9.2	−26 26	+1.83
カストル	α Gem	7 34.6	+31 53	7 35.9	+31 51	+1.58d
プロキオン	α CMi	7 39.3	+ 5 13	7 40.4	+ 5 10	+0.40
ポルックス	β Gem	7 45.3	+28 2	7 46.6	+27 59	+1.16
アルファルド	α Hya	9 27.6	− 8 40	9 28.6	− 8 45	+1.99
レグルス	α Leo	10 8.4	+11 58	10 9.5	+11 52	+1.36

星名		位置(2000.0) 赤経(α)	位置(2000.0) 赤緯(δ)	位置(2020年4月) 赤経(α)	位置(2020年4月) 赤緯(δ)	等級
		h m	° ′	h m	° ′	
メラク	β UMa	11 1.8	+56 23	11 3.1	+56 16	+2.34
ドゥーベ	α UMa	11 3.7	+61 45	11 5.0	+61 38	+1.81d
デネボラ	β Leo	11 49.1	+14 34	11 50.1	+14 28	+2.14
フェクダ	γ UMa	11 53.8	+53 42	11 54.9	+53 35	+2.41
メグレズ	δ UMa	12 15.4	+57 2	12 16.4	+56 55	+3.32
アクルックス	α Cru	12 26.6	−63 6	12 27.7	−63 13	+0.77d
ガクルックス	γ Cru	12 31.2	−57 7	12 32.3	−57 14	+1.59v
ミモザ	β Cru	12 47.7	−59 41	12 48.9	−59 48	+1.25
アリオト	ε UMa	12 54.0	+55 58	12 54.9	+55 51	+1.76
コルカロリ	α CVn	12 56.0	+38 19	12 57.0	+38 13	+2.89d
ミザール	ζ UMa	13 23.9	+54 56	13 24.7	+54 49	+2.23
スピカ	α Vir	13 25.2	−11 10	13 26.3	−11 16	+0.98
アルカイド	η UMa	13 47.5	+49 19	13 48.3	+49 13	+1.85
アジェナ	β Cen	14 3.8	−60 22	14 5.3	−60 28	+0.61d
アルクトゥルス	α Boo	14 15.7	+19 11	14 16.6	+19 5	−0.05d
リギルケンタウルス	α Cen	14 39.6	−60 50	14 41.0	−60 55	−0.28d
アンタレス	α Sco	16 29.4	−26 26	16 30.7	−26 29	+1.06v
シャウラ	λ Sco	17 33.6	−37 6	17 35.0	−37 7	+1.62
ギルタブ	θ Sco	17 37.3	−43 0	17 38.8	−43 1	+1.86d
カウスアウストラリス	ε Sgr	18 24.2	−34 23	18 25.5	−34 22	+1.79
ベガ	α Lyr	18 36.9	+38 47	18 37.6	+38 48	+0.03
アルタイル	α Aql	19 50.8	+ 8 52	19 51.8	+ 8 55	+0.76
ピーコック	α Pav	20 25.6	−56 44	20 27.2	−56 40	+1.94
デネブ	α Cyg	20 41.4	+45 17	20 42.1	+45 21	+1.25v
エニフ	ε Peg	21 44.2	+ 9 52	21 45.2	+ 9 58	+2.38
アルナイル	α Gru	22 8.2	−46 58	22 9.5	−46 52	+1.73
フォーマルハウト	α PsA	22 57.7	−29 37	22 58.8	−29 31	+1.17

位置と等級はヒッパルコス星表による．等級はジョンソンシステムのV等級で，vは0.6等を超える変光があることを，dは二重星の合成等級を示す．

流星ガイド・4月

長田和弘　〒412-0011　静岡県御殿場市古沢614　E-MAIL:hce01017@nifty.ne.jp

表1　3月のおもな流星群　(2000.0年分点　輻射点位置は極大時のもの)

No.	略号	名称	出現期間	極大予想		輻射点位置		出現規模(HR)	速度	備考
				太陽黄経	2020 JST	赤経	赤緯			
120	DPA	くじゃく座δ		11°1	4月 1日00時	309°1	−62°8		58.0	*1
27	KSE	へび座κ		15.7	4月 5日16時	230.6	+17.8		45.0	
752	AAC	4月やぎ座α		17.7	4月 7日17時	304.0	−12.6		69.1	*2
135	SGV	おとめ座γ南		22.7	4月12日19時	183.2	−15.5		13.9	
134	NGV	おとめ座γ北		24.3	4月14日10時	180.6	+17.7		11.7	
21	AVB	おとめ座α		28.0	4月18日05時	179.9	− 7.7		17.6	
6	LYR	4月こと座	4月16日〜4月25日	32.32	4月22日15時	272.7	+33.4	10	47.1	*3
137	PPU	とも座π	4月15日〜4月28日	33.7	4月24日01時	110.0	−45.0		15.1	*4
138	ABO	うしかい座α	4月10日〜5月 5日	36.7	4月27日03時	218.8	+14.5	2	20.9	
31	ETA	みずがめ座η	4月19日〜5月28日	45.5	5月 6日05時	338.8	− 0.4	15	66.0	*5
	ANT	黄道群						2		*6
144	APS	4月うお座昼間	4月 8日〜4月29日	30.3	4月20日13時	7.6	+ 3.3		28.9	

＊1　C／1907G1（グリッグ-メリッシュ）が母天体とされる・南天のため国内では観測がむずかしい
＊2　2014年に突発
＊3　C／1861G1（サッチャー）が母天体とされる，近年では1922・45・82年に突発
＊4　26P／グリッグ-スケジェラップが母天体とされる，1977・82年に突発
＊5　1P／ハレーが母天体とされる，2013年に突発
＊6　4月の活動域はおとめ座東部からてんびん座西部

●しぶんぎ座流星群の活動詳細

新年の幕開けを飾るはずだったしぶんぎ座流星群は，今回は月明かりの影響こそ少なかったものの，極大予想が国内では観測不能な時間帯であったことから事前に低調な出現に終わるものと予測され，その予測が的中する残念な結果に終わりました．

日本流星研究会（以下NMS）のメーリングリストなどに寄せられた観測報告から，内山茂男氏により1月7日に公表された速報によると，初期活動は前年とほぼ同様の12月24日明け方に認められましたが，その後は年末にかけて冬場とは思えない不安定な天候が継続し，束の間の晴天から活動の様子は断片的にわかる程度でした．

そんな状況下でしたが新月期にあたったことから，大晦日から元日早朝にかけてはHR＝5〜7，ZHR＝6〜8とこの段階までは順調な伸びを示していました．極大付近の動向として，まず1月3日早朝は極大までまだ間があることもあってHR＝14，ZHR＝10とやや少なめの傾向にあり，予想極大から半日前に当たる4日早朝は一晩の合計でHR＝14，ZHR＝30と年間3大流星群の座にふさわしくない低調な出現に終始しました．

予想では明け方に向けて緩やかに増加するものと思われましたが，ZHR＝25〜30の出現がダラダラと続き，火球はおろかマイナス等級の群流星もごくわずかであったため，人工光の多い都市部では群活動の存在すらつかめなかったものと思われます．それでも各地に配備された火球パトロールカメラでは，薄明開始後となる4日06時台に複数の明るい群流星がとらえられていて，こういった活動が2時間ほど前倒しであったなら，留飲を下げることができたのかもしれません．

その後はようやく活動レベルが上昇し，国際流星機構（以下IMO）によって1月25日に公表されたデータでは同日09時台に東南アジア方面でZHR＝56，15時台に北アメリカ方面で今回の活動では最大となるZHR＝60の出現が観測されています．この値は例年得られているものと比較するとかなり少ない印象を受けますが，杉本弘文氏による国際的な電波観測の集計では事前の予測と一致する同日17時台にZHR＝126と例年と遜色ない活動レベルとなっているほか，同日10時台にも弱いながら突発的な増加が観測されていて，これはIMOによる速報値とよく一致しています．

電波観測では極大に達した後に例年どおり出現数が激減し，眼視でも同様に4日深夜から5日早朝にかけて一晩合計でHR＝12，ZHR＝18，時間帯別によるZHR値でも5日03時台の20から06時台の16へと減少する傾向は鮮明で，明るい群流星もほとんどとらえられず，この数値と状況だけでは中堅どころの流星群と見間違うほどの出現数に終わりました．その後は散在流星に近い出現数で推移しましたが，自動TV観測では7日早朝に明るい群流星がまとまって出現する傾向にあり，10日ごろに今回の活動をほぼ終えました．

こんな状況ですので，今回の活動期で観測された−5等より明るい火球は極大期にはまったくとらえられず，活動末期の13日04時54分に長野県から岡山県に至る広範囲で観測された−6等が唯一のものでした．複数地点のパトロールカメラによる解析から，この火球は鳥取県北方沖の日本海上空に出現したものと思われます．4日21時42分には東日本各地で−5等の火球が観測されていますが，こちらはしぶんぎ座群とはまったく関連がなく，その後の解析から遠州灘上空を南南東から北北西へ飛行した経路が特定されていて，豊橋市南部付近にごく小規模な隕石が落下した可能性が指摘されています．

●4月こと座流星群

しぶんぎ座群はこのように正直ガッカリする出現に終わりました

が，3ヵ月ぶりに訪れる主要群である4月こと座群はしっかりモノにしなくてはなりません．幸い今回は月明かりの影響を受けず，晴れさえすればそこそこの出現をとらえることができそうです．

今年の観測条件を探る前にプロフィールの確認です．活動はおおむね4月20日ごろを挟んだ前後5日間に限られ，極大期の出現数はHR＝10～15，明るい高速の有痕流星が多く出現し，ときおり火球クラスの大物もとらえられています．極大は太陽黄経32°.32でむかえ，このころの輻射（放射）点はヘルクレス座との境界に近いこと座西部に位置します．

そして今回の状況ですが，前述した太陽黄経は4月22日15時ごろに相当します．残念ながら昨年に続いて国内では観測不能な時間帯となりますが，ほぼ新月にあたる好条件となりますから追跡しないわけにはいきません．極大前の22日早朝と極大後の23日早朝どちらも注目に値しますが，極大直後で明るい流星の出現比率が上がる傾向にある後者に重点を置くべきでしょう．こと座は夏の星座ですが，このころには21時過ぎに北東天に姿を現わします．あまりに輻射点高度が低いと観測精度が低下しますので，22時ごろから天文薄明が始まり輻射点が天頂付近に位置する03時台後半までが観測に適する時間帯となります．

気がかりなのはこの時期の天候が安定しないことで，菜種梅雨の影響から全国的な悪天候に見舞われて，極大期はおろか活動期間全般が欠測となることもめずらしくありません．本稿を作成している1月下旬は過去にないほど悪天候が継続していることから，このころは逆の展開になることを祈るばかりです．

●2019年8月の流星活動状況

8月の流星群として，まずペルセウス座群を抜きに語れません．今回は月明かりの影響を大きく受けましたが，それを感じさせない見事な出現を見せました．詳細については2019年11月号のこの欄をご覧ください．

そのほかでは前月末にピークをむかえたみずがめ座δ南群とやぎ座α群が，上旬にそれぞれHR＝8～10，HR＝3～4と極大と遜色ないレベルの活動を見せ，20日ごろまで活動が継続していました．その一方でペルセウス座群のあとを追うはずのはくちょう座κ群は，月明かりの影響と極大付近で悪天候に見舞われたこともあってHR＝3前後の出現に終始しました．自動TV観測では上～中旬にエリダヌス座η群，中旬に8月うお座β群がとらえられ，前者は10日ごろにまとまった出現がとらえられています．

●2019年9月の流星活動状況

度重なる台風の接近や秋雨前線の影響を受けたこの月でしたが，9月ペルセウス座ε群の極大期は台風一過の晴天に恵まれ，10～11日にHR＝7～10の出現がとらえられています．また月初めにはぎょしゃ座群・下旬にはぎょしゃ座β群が注目されましたが，どちらもHR＝2程度の散発的な出現に終わりました．自動TV観測では中旬を中心にエリダヌス座ν群の活動がとらえられたほか，下旬にはおうし座群の先駆的活動も認められています．詳細はNMS発行の天文回報をご覧ください．

●2019年9月の火球

この1月末までにNMSに報告のあった火球報告件数は12件となりました．これらの情報のほか，日本火球ネットワークの掲示板などに寄せられた情報から複数地点で目撃された－5等より明るいものは表2の11件です．末尾に"T"とあるものはおうし座群に属すると推定されるものです．

この月最大の火球は北海道各地で目撃された1で，道内各地から情報が挙がっているものの断片的な情報が多く，推定出現域を絞り込めていません．青森からはほぼ真北の低空にとらえられていることから，北海道西方沖の日本海上空を飛行したものと推定されます．また11は関東から近畿地方で多くの目撃情報が寄せられ，複数地点の自動TV観測による解析から岐阜県南部上空で発光して西から東へ飛行し，富士山山頂上空を通過して神奈川県西部上空で消滅する経路長約200kmにもおよぶ大物でした．群別ではおうし座群の初期活動と思われる火球がとらえられていて，9は高知県西部の足摺岬付近上空を南東から北西へ，10は愛知・岐阜県境付近上空を南南西から北北東へそれぞれ飛行した経路が特定されていて，愛媛・高知県境上空に出現した8もおうし座群の可能性があります．その一方で9月ペルセウス座群に属する火球については今回はとらえられませんでした．

表3　2019年8月の火球

番号	出現時刻	明るさ	場所	備考
1	9月 5日19時39分	－10等	北海道～宮城	
2	6日20時28分	－5等	東京～石川	
3	7日04時14分	－6等	宮城～東京	
4	8日03時15分	－5等	東京～長野	
5	8日21時45分	－5等	岩手～福島	
6	11日04時32分	－5等	東京・長野	
7	14日04時23分	－5等	新潟・長野	
8	25日23時54分	－6等	大阪～岡山	
9	28日21時48分	－7等	愛知～香川	T
10	29日02時17分	－8等	長野～大阪	T
11	30日04時05分	－5等	東京～大阪	

星食ガイド・4月

広瀬敏夫

E-MAIL:NBC00716@nifty.ne.jp

●「すばる」とレグルスへの接近

金星（−4.4等）が4月3日ころから5日にかけておうし座の「すばる」付近を通過します．25 η Tau（2.8等）に最接近するのは4月4日（土）9時48分（東京 高度28°，方位79°）なのでその日の夕刻が見ごろです（**図1**）．

金星が明るい星に接近することは「すばる」に限ったことではありませんが，その様子は星食と同様に特徴があります．たとえば，2012年版「天文年鑑」p133には金星が1月9日，やぎ座δ星（2.9等）の北0°56′に接近とあり，2020年版p139にもまったく同じ日付と数値が掲げられています．今後1世紀はこれ以上に接近することはなく，金星にも接近や掩蔽が起こる決まった範囲があることは推測されることです．

星食の場合はおよそ18.6年の周期で黄道帯内の星の現象がめぐってきますが，金星の場合は短期的に見ればおよそ8年といえます．これは金星と地球との会合周期が583.92日であって，この5倍がおよそ地球での8年間に相当するため，8年後の金星の運行経路はほぼ同じ場所を通って見えるということによります．**図2**は2020年4月から2028年6月末までの8年間，地球を中心とした金星までの距離の軌跡で，図中の1〜6の番号は金星の内合の位置を順に表わしています．「1」の本年は6月3日です．8年後の内合の場所は8年前に一致することなくわずかにずれますが，これを長期的に見ると，このアラベスク模様の軌跡全体が右回りに摂動運動するように見えます．**図1**中の2060年以降，2020年と同様の経路をたどる機会は2263年4月になりますから，今回は貴重な機会です．

ところで，**図1**のように金星が「すばる」に接近する時期は，偶然にも，しし座のレグルスに接近する時期にも相当します（**図3**）．本年は10月3日8時06分ごろ（東京 高度63°，方位149°）に最接近になるので，夜明け前が見ごろです（まだ先の話ですが，2044年には国内で金星による食が見られます）．

レグルスへの接近は「すばる」接近からちょうど半年後のことに

図1　8年ごとにすばるを横断する金星（2012年−2060年）　（日付はUT0^h）

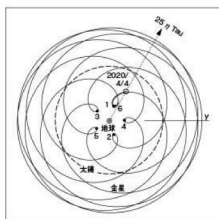



図2　地球を中心とした金星の動き（2020年4月−2028年6月）

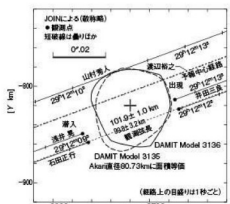



図5　(1107) Lictoria（2019年10月27日）の食　観測結果　（時刻はJST）

図3　レグルスを横断する金星（2012年−2060年）　（日付はUT0^h）

図6　(1107) Lictoria　2019年10月27日 $20^h12^m12^s$UT　DAMIT Model 3136（λ=96，β=+52）※1　P=345°，βe=−8°，λe=−45°，Scale Factor1：?，k=0.991，B=120°.3

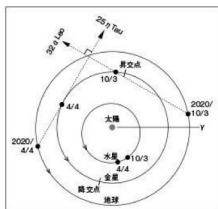



図4　金星と25 η Tau・30 α Leoの接近時の位置関係

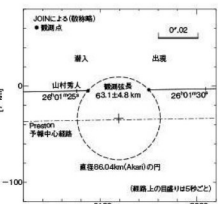



図7　(498) Tokio（2019年9月11日）の食　観測結果　（時刻はJST）

図8 (979) Ilsewa (2019年9月13日) の食 観測結果 (時刻はJST)

図9 小惑星によるおもな掩蔽帯経路 (S.Preston初期予報) 2020年4月
(矢印は影の移動方向を示す)

図10 2020年4月 日本を通るおもな星食限界線
(時刻はJST) (斜線を付けた側で星食が見られる)

なるわけですが，地球が軌道上180°反対側に位置するとしても，「すばる」とレグルスの位置関係は正反対ではありません．不思議な感じがするので作図してみたところ**図4**が得られ，地球と金星の位置関係がはっきりしました．おかげで「すばる」とレグルスに「90°の離角」があることもわかりました．この図から，恒星への各接近時の金星の欠け具合を推測することができます．

●暗い表面物質？ (1107) Lictoria

2019年10月27日，福山紘基氏（奈良市）の予報による(1107) Lictoriaによるおとめ座の10.5等星の食が近畿地方の2ヵ所でとらえられました（**図5**）．実寸不明の3Dモデルがありますが，赤外線天文衛星Akariの直径（80.73km）による面積と等しいとしても，さらに大きな弦長が観測されました．一方で，観測点をモデルの一つに適合する場合には観測点が少ないものの，**図6**のように矛盾がありません．Akariの直径より大きな小惑星であるなら表面が暗いということでしょうか．

このほか同年9月には**図6**，**図7**ほか1件の弦長が観測されました．(498) Tokioは2004年2月に国内25ヵ所で食がとらえられ，96.4×64.4kmの形状が得られたことがあります．**図1**～**図10**は以下にも置きましたのでどうぞご利用ください．

http://www.cam.hi-ho.ne.jp/thirose/Prediction/2020/2004Fig00.pdf．

※1:J.Durech et al.2010,a data base of asteroid models, A&A, 513,A46

表1 4月のおもな掩蔽小惑星予報（初期予報） Edwin Goffin氏提供資料ほかより作成

2020年 時刻(JST)				恒星				小惑星				継続	減光	布障	太陽	月	
				星名	光度	赤経(J2000.0)	赤緯	番号	名称	光度	直径	時間	等級	係数	離角	離角	輝面率
月	日	時	分		等	h m s	° ′ ″			等	km	秒	等	Q	°	°	%
4	2	24	5	UCAC4-550-031814	12.1	06 41 48.3	+19 59 07.1	389	Industria	12.9	79	4.4	1.2	4.4	87	19	63
	6	24	31	HIP 76088	8.1	15 32 23.7	+15 37 25.6	3317	Paris	15.4	120	8.5	7.3	5.0	137	54	97
	12	21	35	UCAC4-530-044372	11.7	07 49 43.8	+15 57 11.5	318	Magdalena	14.9	81	5.3	3.3	4.9	94	147	75
	15	21	2	UCAC4-519-046648	11.9	08 22 49.1	+13 38 27.0	107	Camilla	13.0	208	17.3	1.5	2.1	99	171	44
	16	20	46	UCAC4-471-024959	12.2	06 59 14.8	+04 02 38.6	105	Artemis	13.7	117	5.1	1.7	3.1	80	144	35
	16	27	1	HIP 65284	10.1	13 22 45.8	−09 18 58.3	1309	Hyperborea	14.9	59	4.1	4.9	5.7	176	115	33
	17	19	12	UCAC4-585-040556	10.3	07 48 39.5	+26 58 57.5	81	Terpsichore	13.7	121	6.0	3.4	3.0	87	148	27
	17	23	27	UCAC4-604-041428	11.5	07 39 50.8	+30 44 50.8	691	Lehigh	15.0	84	4.4	3.6	5.1	84	144	25
	18	21	26	UCAC4-600-024907	11.2	05 49 32.5	+29 59 02.7	35	Leukothea	14.4	110	3.7	3.2	4.5	59	109	18

時刻は東京への掩蔽帯最接近時．布障係数 Q=2ρΔ／d．ρは0″.1 (rad)，Δは地球〜小惑星間距離 (km)，dは小惑星の直径 (km)．

表2 4月の星食各地予報

2020年		星表番号	星名	等級	月齢	現象	札幌				東京				福岡				仙台時刻	名古屋時刻	京都時刻	広島時刻	那覇時刻
							時刻T_0	P	a	b	時刻T_0	P	a	b	時刻T_0	P	a	b	T_0	T_0	T_0	T_0	T_0
月	日			等	d		h m	°	m	m	h m	°	m	m	h m	°	m	m	h m	h m	h m	h m	h m
4	1	1050	87 B. Gem	5.8	8.1	DD	19 45.5	31	—	—	19 30.7	68	+2.3	+0.4	19 08.2	82	+2.4	+0.2	19 35	19 24	19 21	19 13	19 04.8
	3	1329	+20° 2232	6.8	10.1	DD	21 59.1	146	+0.6	−2.7	22 25.8	180	—	—					22 14				
	5	1569	210 B. Leo	6.8	12.0	DD					18 40.7	60	—	—					18 56				
	5	1578	228 B. Leo	6.8	12.1	DD	21 59.4	148	+1.0	−2.1	22 19.2	178	—	—					22 11				
	6	1702	3 v Vir	4.2	13.1	DD	20 05.6	108	+1.3	+0.3	20 05.6	134	+1.2	−0.8	19 58.0	151	+0.9	−1.5	20 05	20 03	20 02	19 59	
	27	861	175H.1 Tau	6.5	4.4	DD	19 57.4	61	+0.7	−0.5	20 02.4	85	+0.5	−1.0	19 59.8	102	+0.6	−1.5	20 00	20 01	20 01	20 00	20 13.1
	28	1017	+23° 1433	6.8	5.4	DD	20 04.1	59	+1.1	−0.3	20 07.3	83	+0.9	−0.9	20 00.7	101	+1.1	−1.4	20 06	20 05	20 04	20 02	20 12.0
	29	1161	187 B. Gem	6.2	6.5	DD	23 01.8	28	+1.5	+1.7	22 59.1	60	+0.3	−0.3	22 57.1	79	+0.4	−0.8	22 59	22 58	22 58	22 57	23 03.5

DDは暗縁潜入，DBは明縁潜入，RDは暗縁出現，RBは明縁出現を示す．Pは北極方向角．経緯度（λ，ϕ）の観測地点の予報時刻Tは，$T=T_0+a(\lambda-\lambda_0)+b(\varphi-\varphi_0)$ で計算．T_0，a，bは観測地にもっとも近い場所の予報値を選択．予報経緯度（λ_0，φ_0）は，札幌 (141.35, 43.07)，東京 (139.75, 35.65)，福岡 (130.40, 33.58)．時刻は30時制で表記．

変光星ガイド・4月

大島誠人　兵庫県立大学西はりま天文台

●いて座に新星が出現

まだまだ明け方の空の見づらい位置ではありますが，いて座の天の川の中に新星が発見されました．発見者は，愛知県岡崎市の山本 稔さんです．1月30.85679日（世界時）に11.5等の新天体を発見したとの報告がなされました．その後，山形県の板垣公一さん，茨城県の清田誠一郎さんによって追確認が行なわれました．また，これとは独立に，櫻井幸夫さんによっても独立に発見されています．

また，岡山県の赤澤秀彦さんによって分光観測が行なわれ，強い水素の輝線が見られることがわかりました．この輝線は速度に換算して1600km/sくらいの広がりを持ち，新星爆発であることが分光的にも確認されました．正確な位置は，以下のとおりです．

赤経　$17^h56^m13^s.75$
赤緯　$-29°42′54″.6$
（2000年分点）

その後，この新星には，いて座V6566（**V6566 Sgr**）という名前が付けられました．なお，今のところ，過去の星図などで対応する天体の同定はできておらず，爆発前の光度はおそらく20等以下であろうと考えられています．

●さそり座 CL が明るい

アンドロメダ座Z（**Z And**）型変光星のさそり座CL（**CL Sco**）が10年ぶりに明るい状態にいるとの報告があります．

Z And型変光星は共生星ともよばれ，赤色巨星と白色矮星からなる連星系で，赤色巨星から流れ込んだ物質が白色矮星周囲に円盤を形成し，変光する天体です．通常の激変星の伴星を赤色巨星で置き換えたものと考えていただければよいでしょう．

このタイプは先月の当欄で紹介したいっかくじゅう座BX（**BX Mon**）を始め明るい天体が多いです．しかもダイナミックな変光を示すためおもしろいのですが，さまざまな変光要因が関わっていることもあって，あまり解明が進んでいない天体でもあります．

さそり座CL（**CL Sco**）は有名なミラ型である**RR Sco**の近くにある共生星で，静穏時は13等くらいを推移していますが，1996年と2009年に増光を示し，11等付近まで明るくなっています．矮新星などにくらべると増光スピードは遅く，半年近くかけて極大に達しますが，減光スピードはさらに遅く，5〜6年かけて静穏光度へともどります．これは，激変星などと違い連星間の距離が広く，白色矮星の周囲にできている降着円盤も巨大であることと関係があるのでしょう．

前回の増光後，2015年ごろになってようやく静穏光度である13等へもどっていましたが，Monard氏によると今年1月15日には10.92等（V等級）まで明るくなっているとのことです．なお，2019年のシーズン終了前にはもう11等台半ばまで明るくなっていたとのことで，ゆっくり明るくなっていたのだと思われます．近年の観測があまりなく，増光前の振る舞いについてははっきりしないところもありますが，国立天文台の前原裕之氏の行なっている広視野サーベイの観測では，18年ごろからゆるやかな増光を示していたようにも見えます．そろそろ明け方の空に上がってきますので，ぜひ望遠鏡を向けてみてください．

●うしかい座 HW スーパーアウトバースト

うしかい座HW（**HW Boo**）のスーパーアウトバーストが報告されています．この星は，もともとはクエーサー候補を捜索するHumburg Surveyで発見された天体の一つで，**HS1340＋1524**という名でよばれていました．2011年に**HW Boo**として命名され，SDSSの観測で軌道周期が92.7分と見積もられていることからおおぐま座SU（**SU UMa**）型矮新星であろうと考えられましたが，肝心のスーパーアウトバ

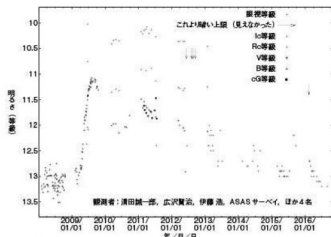



図1　VSNETに寄せられた観測およびASASデータから作成したCL Scoの光度曲線

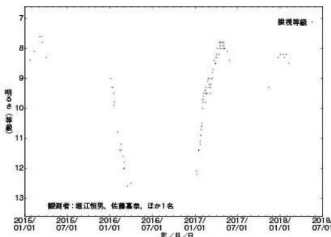



図2　VSNETに寄せられた観測から作成したS Hyaの光度曲線

ーストがこれまで見られていませんでした．

2月1日にASASSNサーベイが15等まで明るくなっているところを発見し，これを受けたベルギーのVanmunster氏が測光観測を行ないました．2日の観測でははっきりした変動が見られませんでしたが，翌3日には振幅0.05〜0.06等の振幅が見られ，4日にはさらにはっきりした変動となりました．このことから，**HW Boo**が**SU UMa**型の天体であることが確定しました．振幅の増大はちょうどスーパーハンプの成長を見ていたものと思われます．

図3　S Hyaの導入図（左）と詳細図（右）
S Hya　α：08^{h}53^{m}33^s.95　δ：+03° 04′ 06″.5 (2000.0)　Type：M　Magn.：7.2-13.3V
Epoch：43509.　Per.：256.63d　M-m：49　Spec：M4e-M8.0 (from GCVS5.1)

●今月の星　うみへび座S

今月は，ミラ型からうみへび座S（S Hya）を紹介します．うみへび座のミラ型というとRが有名ですが，Sはそれより明るさは劣るものの，うみへびのちょうど頭のあたりに位置しており，北半球から観測しやすいところにあります．

なお減光がニュースになっているベテルギウスですが，p9〜11，12〜15で特集が組まれておりますので，そちらをご参考ください．

近況・12月　広沢憲治

（〒492-8217 稲沢市稲沢町前田216-4）（E-mail：NCB00451@nifty.ne.jp 電話・FAX 0587-21-8073）

12月には，矮新星の発見や再増光などが大きな話題になりました．また，ミラの変化やχ Cygの変化などにも注目が集まりました．

北海道・釧路市の上田清二氏は，12月13日の写真から，アンドロメダ座に12.4等の新天体を発見し，確認観測によりUGWZ型矮新星の増光であることがわかりました．（**TCP J00590972+3438357**）追跡観測が以下のように報告されています．12.5（13）↘12.9（14）↘13.1（15）↘13.2（16）↘14.5（27）↘14.6（29）↘14.7（31）と，とくに変動を見せることもなく直線的に減光し，11月末には14.7等でした．

西村栄男氏によって7月に9.2等で発見され，その後何度も大きな変動があり本欄でも取り上げた**TCP J21040470+4631129**が大きな増光を見せました．最近は15等付近であまり変化がなかったのですが，12月9日に12.3等まで明るくなっていることが観測され，10日には10.8等に達しました．12月中の変化は以下のとおりです．15.1〜15.3（1〜8）↗12.3（9）↗10.8（10）↘11.0（12）↘11.2（14）↘11.3（16）↘11.6（18）↘14.8〜15.1（24〜28）減光も急激なもので，12月末には15等にもどりました．この星本来の平常光度にはまだもどっていませんので，もうしばらくは注意が必要と思われます．

R CrBは，12月は6.7〜7.0等で観測されました．相変わらずゆっくりとしたペースで増光しています．**SU Tau**は11.0等付近であまり変化は見られませんでした．同じ型の**DY Per**も減光していることが報告され，こちらは14.0↗13.1と増光しています．**Z UMi**は16.0↗15.7とわずかながら増光の傾向でした．

UG型では，**SS Cyg**が増光しました．11.3〜11.6（7〜13）↗11.1（15）↗9.8（18）↗9.5（20）↗8.9（22）↘9.3（23）↗8.5（27）↗8.3（28）↘8.4（29）↘8.6（31）と観測されています．また，このところ極小光度が明るく，変化の範囲が小さくなっていた**SS Aur**が，12月末に16等近くに減光したことが観測されています．今後従来の変化にもどるのかどうか，注意が必要です．**RX And**は10.9（3）↘11.2（4）↘13.5〜13.7（8〜13）↗10.8（15）↘11.1（16）↘11.4（18）↘13.5〜13.8（22-24）↗12.6（27）↗11.0（28）↗10.5（31）と3回の増光が観測されました．**Z Cam**は長いスタンドスティルを続けていて，11.2〜11.8で観測されました．

減光に移ったミラは，4.2（1）↘4.7（15）↘4.9（31）と観測されています．1月に極大が予想される**χ Cyg**は，8.9（5）↗7.9（16）↗6.5（31）と増光していく様子が観測されました．ほかのおもなミラ型の観測は以下のとおりです．

R And 9.4（9）↘9.8（16）↘10.1（23），**R Ari** 11.1（4）↗10.1（15）↗9.5（31），**R Aur** 12.8（9）↘13.7（28），**X Aur** 9.3（9）↘10.0（18）↘10.9（27），**R Boo** 8.3（5）↗7.5（18）↗7.2（31），**R Cas** 7.7（2）↘8.2（31），**V Cas** 8.0（8）↘8.9（29），**T Cep** 9.6（2）↗8.0（31），**S CMi** 9.0（4）↗8.1（28），**S CrB** 10.7（2）↘11.1（20），**RT Cyg** 7.4（2）↗6.9（15）↗6.6（17）↘6.8（28），**R Dra** 8.2（2）↗7.6（24），**R Leo** 5.9（3）↗5.5（15）↘6.0（31），**W Lyr** 8.0（8）↗7.7（24），**V Mon** 11.4（3）↗9.8（31），**R Tri** 7.4（4）↘8.9（31），**R UMa** 7.7（7）↗7.1（29），**R Vir** 7.2（2）↗6.7（9）↘6.9（27）

SR，RV型は，**U Mon** 5.7（3）↘6.0（10）↘6.3（20）↘6.5（31），**R Sct** 5.6（3）↘6.2（24）などでした．

太陽黒点近況・12月　時政典孝

2019年12月の太陽黒点は，中旬以降になって最近ではめずらしく，ややにぎやかになりました．18日には太陽の東縁の北半球で太陽面緯度＋22度に，微小なA型群の黒点が現われました．SDO衛

表1　2019年12月の太陽黒点相対数

月日	RSN	RSN(N)	RSN(S)
12月 1日	0	0	0
2日	0	0	0
3日	0	0	0
4日	0	0	0
5日	0	0	0
6日	0	0	0
7日	0	0	0
8日	0	0	0
9日	0	0	0
10日	0	0	0
11日	0	0	0
12日	0	0	0
13日	0	0	0
14日	0	0	0
15日	0	0	0
16日	0	0	0
17日	0	0	0
18日	0	0	0
19日	0	0	0
20日	0	0	0
21日	0	0	0
22日	0	0	0
23日	0	0	0
24日	11	2	9
25日	16	8	8
26日	7	0	7
27日	0	0	0
28日	0	0	0
29日	0	0	0
30日	0	0	0
31日	0	0	0
	1.1	0.3	0.8

※RSN：ベルギー王立天文台による黒点相対数．(N) は北半球，(S) は南半球の値．

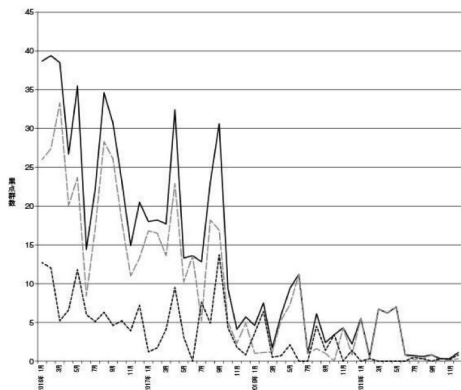
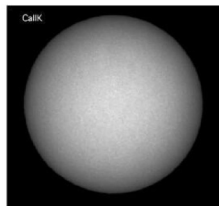
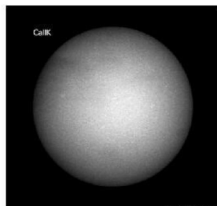
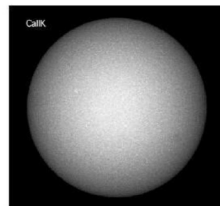
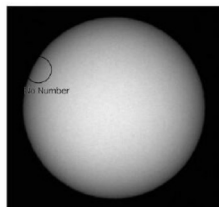
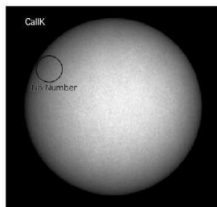
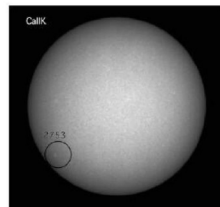



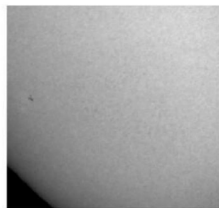
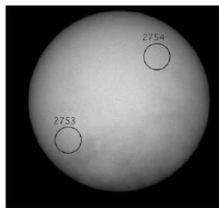
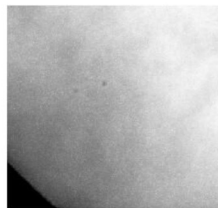
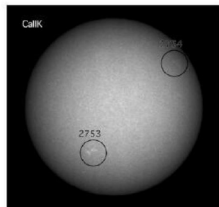
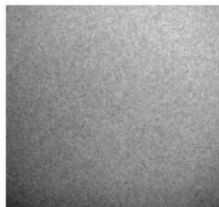
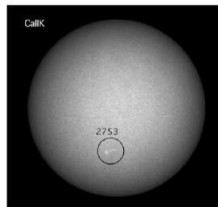
図1　最近4年間の月平均黒点数

2019年12月4日の太陽面

12月10日　なよろ市天文台提供

12月11日　なよろ市天文台提供

12月18日（白色光画像）

12月20日

12月24日

星の画像では確かめられますが，世界中の観測者が観測できなかったようなので，短い時間しか現われていなかったものと思われます．したがって，SIDCのとりまとめでも，18日の黒点相対数は0となっていますし，NOAAの番号も振られていません．この領域は24日に現われるNOAA12754よりも太陽面経度で20度東に位置し，SDO衛星の磁場の画像で見ると双極性になっていて，先行する黒点がN極なので，次期の活動による黒点のようです．NOAA12753は，23日に太陽面南半球の緯度−29度の東縁に出現しました．微小な黒点の集まりのB型群で現われましたが，24日には双極をしめすNS1つずつの黒点が残っていました．この黒点群も先行黒点がS極で，次の活動期の極性を示すものでした．25日にも観測されましたが，26日には消滅しています．NOAA12754は，24日に北半球の中央経度から20度ほど離れた緯度＋24度にB型群で出現しました．25日には後行側の黒点が消滅してA型群となりました．この黒点群も先行黒点が次の活動期の極性を示していました．SDO衛星の磁場画像を見ると，太陽面での緯度が20度を越える場所に，次の活動期の黒点群が現われる一方で，緯度が20度よりも低いところに現われる磁場構造は，黒点はないけれども第24期の極性を示しています．2019年11月と12月にこのような傾向が見られ始めましたので，高緯度の黒点が増えてくれば，いよいよ第25期の始まりとなります．黒点数の変化に注目しましょう．

【お詫びと訂正】
2019年11月の太陽黒点近況の報告に誤りがありました．
NOAA12750の先行黒点は
（誤）N極　→（正）S極
NOAA12752の先行側が
（誤）N極　→（正）S極
お詫びして訂正します．

表2　2019年12月の黒点活動領域の出現と消失

NOAA	出現	消失	緯度	経度	中央子午線通過日	観測の始まり	観測の終わり
番号なし	—	12月18日	+22°	180°	—	12月18日	12月18日
2753	12月23日	12月25日	−29°	119°〜122°	—	12月23日	12月25日
2754	12月24日	12月25日	+24°〜+25°	191°	—	12月24日	12月25日

※NOAA：アメリカ海洋大気圏局による太陽活動領域番号（下4桁を記載）

12月24日の拡大画像（白色光画像）

12月25日

12月25日の拡大画像（白色光画像）

12月27日

12月27日の拡大画像（白色光画像）

12月28日

表記のない画像は 川口市立科学館提供

小惑星ガイド・4月

渡辺和郎

E-mail：kazurou4155@jcom.home.ne.jp mpno4156@icloud.com
facebook：http://www.facebook.com/watanabe.kazurou

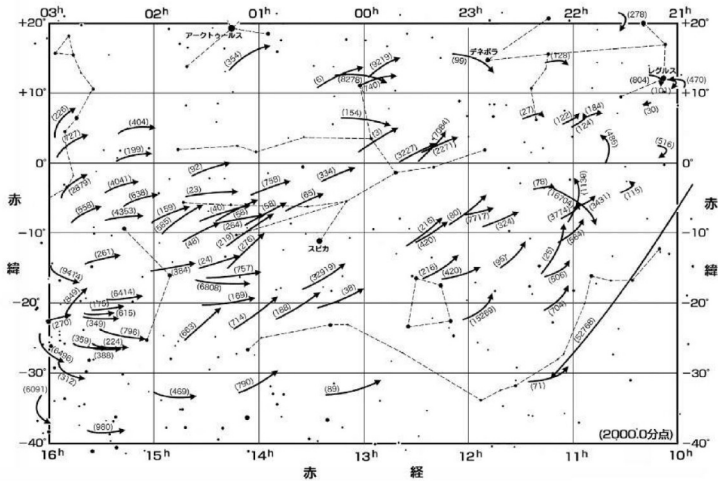



表1 2020年4月 13.8等より明るい確定小惑星の位置予報

9時（JST）の値

(登録番号)	小惑星名	赤経(01日) h	m	赤緯 °	′	赤経(16日) h	m	赤緯 °	′	光度
(3)	Juno	13	02.3	+01	41	12	50.6	+03	36	9.8
(6)	Hebe	13	25.8	+10	54	13	13.0	+12	41	10.2
(23)	Thalia	14	41.3	−04	43	14	28.4	−04	16	10.1
(24)	Themis	14	33.6	−14	59	14	23.6	−14	14	11.5
(25)	Phocaea	11	17.6	−15	45	11	08.4	−12	16	11.8
(27)	Euterpe	11	28.4	+06	24	11	20.0	+07	05	10.4
(30)	Urania	10	19.1	+08	17	10	15.4	+08	39	11.8
(38)	Leda	13	25.7	−20	38	13	12.4	−19	31	12.3
(40)	Harmonia	14	33.2	−08	14	14	20.8	−07	07	10.0
(48)	Doris	14	42.9	−11	08	14	34.0	−09	54	11.9
(58)	Concordia	14	24.1	−08	16	14	13.6	−06	46	12.4
(65)	Cybele	13	43.9	−06	47	13	33.9	−05	35	11.2
(71)	Niobe	11	25.0	−31	15	11	10.5	−30	35	10.6
(78)	Diana	11	22.0	−03	40	11	13.4	−03	19	11.7
(80)	Sappho	12	10.3	−08	45	11	58.2	−06	36	12.1
(89)	Julia	13	21.1	−33	07	13	05.4	−32	34	11.2
(92)	Undina	14	37.9	−01	48	14	28.5	−00	47	11.6
(95)	Arethusa	11	41.1	−14	56	11	32.5	−13	09	13.3
(99)	Dike	12	08.5	+15	41	11	54.7	+14	56	12.8
(101)	Helena	10	05.6	+11	59	10	01.0	+11	43	13.2
(115)	Thyra	10	32.3	−04	11	10	26.0	−03	20	11.9
(122)	Gerda	11	05.4	+05	38	10	59.1	+06	24	12.8
(124)	Alkeste	11	00.2	+05	13	10	53.7	+06	15	12.2
(128)	Nemesis	11	15.4	+14	27	11	07.3	+14	42	12.8
(154)	Bertha	13	12.2	+06	31	12	58.0	+06	16	12.0
(159)	Aemilia	15	00.4	−08	21	14	51.9	−07	18	13.0
(169)	Zelia	14	31.8	−20	15	14	19.1	−20	02	12.7
(175)	Andromache	15	35.0	−20	58	15	28.5	−20	51	13.5
(184)	Dejopeja	10	50.8	+06	45	10	45.3	+07	16	13.3
(188)	Menippe	13	49.5	−22	16	13	37.8	−20	42	13.2
(199)	Byblis	15	21.2	+00	21	15	13.9	+01	03	12.6
(216)	Kleopatra	12	34.8	−11	47	12	24.1	−09	53	12.3
(219)	Thusnelda	14	17.9	−11	48	14	06.1	−09	42	12.7
(224)	Oceana	15	34.9	−25	47	15	28.2	−26	17	12.5
(226)	Weringia	15	56.4	+03	47	15	54.0	+05	57	13.4
(236)	Honoria	14	07.4	−08	49	13	56.6	−07	19	12.6
(261)	Prymno	15	38.9	−14	20	15	32.7	−13	50	12.4
(264)	Libussa	14	22.4	−08	31	14	10.5	−07	57	12.8
(270)	Anahita	16	01.2	−22	32	15	58.4	−22	21	12.1
(276)	Adelheid	14	17.4	−14	59	14	07.9	−12	40	13.1
(278)	Paulina	10	33.6	+21	33	10	29.7	+20	43	13.5
(312)	Pierretta	15	54.2	−28	29	15	50.8	−29	50	12.5
(324)	Bamberga	11	51.1	−09	03	11	40.1	−07	59	12.5
(334)	Chicago	13	23.4	−02	33	13	14.3	−01	32	13.2
(349)	Dembowska	15	39.9	−21	56	15	32.8	−22	12	10.8
(354)	Eleonora	14	16.5	+13	23	14	06.1	+15	36	10.1
(359)	Georgia	15	45.7	−25	47	15	39.4	−26	17	13.7
(384)	Burdigala	15	01.3	−15	22	14	50.7	−14	56	13.7
(388)	Charybdis	15	37.3	−26	14	15	30.7	−26	35	13.3
(404)	Arsinoe	15	20.0	+04	18	15	12.9	+05	04	11.8
(420)	Bertholda	12	29.4	−11	15	12	19.8	−09	52	13.4
(469)	Argentina	14	59.8	−32	44	14	50.2	−33	26	12.9
(470)	Kilia	09	56.0	+10	54	09	56.9	+11	49	13.8
(485)	Genua	10	41.2	+00	01	10	39.0	+02	16	12.3
(506)	Marion	11	15.7	−16	14	11	06.3	−15	13	13.6
(516)	Amherstia	10	11.0	+02	32	10	06.3	+01	55	11.6
(558)	Carmen	15	46.7	−08	27	15	41.2	−07	20	13.7
(584)	Semiramis	11	07.9	−11	18	10	58.5	−09	40	13.2
(585)	Bilkis	14	54.9	−10	02	14	45.7	−08	04	13.4
(615)	Roswitha	15	39.5	−21	26	15	34.6	−21	37	13.8
(638)	Moira	15	16.9	−06	08	15	10.4	−05	16	13.1
(663)	Gerlinde	14	41.9	−25	15	14	33.4	−23	22	13.0
(704)	Interamnia	11	16.0	−21	01	11	07.5	−19	27	11.9
(714)	Ulula	14	13.8	−23	42	14	02.3	−21	45	12.6
(727)*	Nipponia	15	55.0	+00	57	15	49.3	+02	37	14.0
(740)	Cantabia	13	02.0	+11	06	12	51.0	+12	12	13.3
(757)	Portlandia	14	29.4	−16	23	14	15.6	−16	08	13.5
(758)	Mancunia	14	03.8	−04	30	13	53.5	−03	28	13.5
(790)	Pretoria	14	10.9	−32	48	14	00.9	−31	40	12.9
(796)	Sarita	15	30.7	−23	44	15	20.8	−24	34	13.8
(804)	Hispania	10	16.1	+12	37	10	10.3	+12	12	13.3
(849)	Ara	15	50.4	−21	58	15	47.1	−20	16	12.5
(949)	Hel	12	14.5	−16	34	12	02.3	−15	52	13.2
(980)	Anacostia	15	37.9	−38	12	15	30.5	−38	34	12.6
(1139)*	Atami	11	02.3	−08	22	10	56.5	−04	56	15.6
(2271)*	Kiso	12	26.1	+01	35	12	14.9	+02	52	15.2
(2879)*	Shimizu	15	52.7	−04	54	15	48.6	−03	15	15.6
(3227)*	Hasegawa	12	38.9	+00	14	12	27.0	+01	49	15.7
(3431)*	Nakano	10	58.9	−06	23	10	51.2	−05	33	15.8
(3774)*	Megumi	11	06.2	−07	54	10	58.7	−06	46	15.8
(4041)*	Miyamotoyohko	15	27.6	−04	10	15	20.7	−03	18	15.6
(4353)*	Onizaki	15	27.5	−08	07	15	20.5	−07	46	15.2
(5685)*	Sanenobufukui	12	25.4	−16	28	12	14.0	−14	56	15.3
(6091)*	Mitsuru	16	04.1	−33	12	16	06.6	−35	23	16.0
(6414)*	Mizunuma	15	26.7	−19	26	15	20.4	−19	26	16.2
(6496)*	Kazuko	16	04.8	−24	23	16	02.6	−26	27	16.0
(6808)*	Plantin	14	35.7	−16	40	14	22.8	−17	09	15.5
(7084)*	1991 BR	12	28.1	+00	20	12	18.5	+02	40	16.1
(7717)*	Tabeisshi	12	01.2	−07	22	11	50.4	−06	47	16.1
(8278)*	1991 JJ	13	15.7	+12	37	13	00.7	+12	39	15.5
(9219)*	1995 WO8	12	56.7	+12	22	12	47.3	+14	11	15.6
(9414)*	Masamimurakami	15	58.5	−14	38	15	55.1	−15	47	15.4
(15269)*	1990 XF	12	02.4	−22	22	11	51.2	−20	48	14.9
(16704)*	1995 ED8	11	10.7	−03	37	10	53.9	−06	08	16.0
(32919)*	1995 CJ1	13	34.4	−17	59	13	22.1	−16	27	15.8
(52768)	1998 OR2	07	52.9	+38	17	08	34.9	+25	51	13.0

13.8等より明るくなる確定小惑星の位置推算．光度はおおよその眼視（実視）等級．日本に関係ある小惑星（*印）は15.5等より明るいものを掲載．(2000.0分点)

●小惑星の番号登録

小惑星センター(Minor Planet Center)発行の「小惑星回報：通称MPC」は2020年1月9日に発行されています．118,871号から120,070号までの1,199頁でした．軌道編のMPOは508,637号～529,386号，MPOで公表された番号登録は(542164)から(543334)の1,170星でした．観測編のMPSは1,113,773号～1,122,946号の9,173頁でした．

新たな命名の公表では，日本関係で山形の大国さんのものが1件ありました．

補足用のWeb版観測編のMPSは1月9日の回報発行後，一度も更新されませんでした．

小惑星惑星回報：MPCをはじめ，軌道編(MPO)，観測編(MPS)は，いずれもPDF形式のファイルをWebからダウンロード(無料)して誰でも閲覧することができます．

http://www.minorplanetcenter.net/iau/ECS/MPCArchive/MPCArchive_TBL.html

表2　日本で発見され新しく命名された小惑星 (2020)

登録番号	小惑星名		仮符号	発見日 月 日	code	発見者	発見地	出典
(11752)	Masatakesagai	-	1999 OU3	07 23	358	大国富丸	南陽	120068 OY

出典：小惑星回報頁　*：10年ルール他者提案　-：日本語表記の未掌握

●小惑星の命名申請について

太陽系小天体の中で唯一，発見者に命名提案権が認められているのが小惑星です．昨今のデジタル化による自動捜索の時代をむかえて，諸外国の捜索システムでは一度で膨大な成果が挙げられています．

2010年頃以降には，大規模サーベイ中心のシステム優先処理へとシフトされたことにより，我が国のアマチュアによる捜索はこの波に呑み込まれ，仮符号の取得は後回しにされ，命名権を得る機会が失われる結果となってしまいました．それには，プロとて発見数の少ない天文台も同じ扱いでした．

発見の権利は，基本的に新天体と思われる小惑星を2夜以上にわたって精密位置観測し，その位置が小惑星センター(Minor Planet Center)に報告されると，既知の小惑星でないかを確認してから，その年の発見順に仮符号が与えられます．しかし暫定軌道が求められる最低3夜以上の観測を経て未確定小惑星となり，同じ年にほかから同じ小惑星の観測報告があった場合には，先に仮符号を取得した小惑星の追加観測として扱われてしまうのです．

つまり，一網打尽式に絨毯捜索する大規模サーベイで根こそぎ捜索された天域には，新たな未発見の小惑星を探すのは困難，またはあったとしても，大規模サーベイの追加観測に後々加えられてしまう結果となってしまったのです．

精密位置観測自体は，小惑星でも彗星でも今なお必要な軌道決定のための重要な観測分野ですが，急速にこの分野のアマチュア活動が縮小していきました．

ところで，小惑星の新たな命名は，当初はローマの古典やギリシア神話に登場する女神の名前を付与する決まりでしたが，発見数にその数が足りなくなってしまったため，発見者または発見にもっとも貢献した観測者や計算者に"自由な名前"を提案できるよう認められるようになりました．

我が国のアマチュアによる捜索活動が実を結んだ1980年代から2000年ごろに発見された小惑星は全体で数千個にも達しています．しかし，現在なおその命名権を行使して命名された小惑星はその半分にも満たない状況です．ここ1年の間にも何件か，命名の仕方がわからないというメールを受け取っています．以前までには小惑星センターの担当事務者宛にe-メールで決められたフォーマットでテキスト文を送ればよかったのですが，2014年ごろからは小惑星センターのWeb上のフォームに沿って申請することによって，小天体命名委員会(CSBN)の審査で，あるポイントに達すれば公表されるシステムになっているそうです．(現在のCSBN委員15名)．

2013年6月から命名提案の取り扱いが「Web上のフォーム」に移行していますので注意してください．ここ数年，何回となく聞きにこられる方たちがいますので，詳細がわからない方のために今一度手順を記します．

まずは，発見者ごとに申請フォームが分けられています．

まずは，*mpc@cfa.harbard.edu*にメールを書いて，フォームにアクセスする"パスワードとID"を受けてください．何度メールを書いても返事もこないという苦情を聞きますが，日本人の書くメールは前書きと挨拶が多く，手紙の趣旨がわかりづらいものが多いので，率直に自分は小惑星発見者で"命名提案を行なうためのパスワードとIDが欲しい"ということを伝えてください．

それがあれば*https://minorplanetcenter.net//submit_name*に入ることができます(図1)．このフォー

ムは発見者ごとに設定されていますので，このIDで，他者が他者のフォームにアクセスすることはできません．

フォームでは

① 未命名リスト
② 提案中のリスト
③ 命名済みリスト

といった3項目に分かれた頁に導かれそれぞれの発見者の①未命名リストから希望の小惑星を選択，②には申請提案中として該当小惑星が掲げられます．その際，確定番号，仮符号，発見地，発見者名が自動的に表示されるので，変更のある場合は修正し，申請に必要な“固有名”や“申請日”を記入してから，囲みに命名文をテキストで書き込みます．命名文は80カラム3行以内（約240文字）で，これまで付けていた命名文以外の発見年月日や発見者氏名，発見場所などのラインは不要となり，命名文章のテキストだけでよくなります．命名文は長くなるので書き込みミスがあっては困りますので，事前にテキスト文を用意しておき，コピペするのが確実でしょう．日本語でテキスト文を作成する場合，全角のスペースやピリオドなどが間違いの元になりますので，くれぐれも半角でタイプするように注意してください．

問題なく受理された場合は，同時にPDFにて申請内容がリターンされ返ってきます．③は各々の命名済みのリストになります．

なお，最近の命名状況では，会社や製品名など，宣伝や商業行為につながる提案は否定，受理されなくなっています．

小惑星に新たな名前を命名できる規定，ガイドライン（図2）としては

① 16文字以内
② 一つの語句として表現できる
③ 発音可能なもの
④ 公序良俗に反しないもの
⑤ すでにある小惑星や衛星と紛らわしい名前をさける

1文字違いのような固有名は，紛らわしいので避けるのが無難です．先に星野（Hoshino）の申請が，吉野（Yoshino）とHとYの違いだけで却下された事例がありました．

最初の行は5文字空け，命名文は77カラムより長くなってはいけません．行の最後をハイフンでつないでもいけません．文章の終止符ピリオドのあとに次の文章を続ける場合は，2カラム空けましょう．命名文本文は3行240カラム以内が妥当です．

また，政治・軍事に関連する事件やそれに関する人物の名前は，没後100年以上経過し，その評価が定まってからでなければならない．ペットや単なる友人の名前は慎みたい．命名の権利の売買は禁止とするなどの制約を設けていますので注意してください．

命名提案は1件2ヵ月を限度として申請可能となっていますが，発見数が多い者はそれではいつまたっても命名提案が終わりませんので，その限りではないようです．

提案はCSBNにて2ヵ月分を単位として審査・投票され，ある一定数のポイントに達すればMINOR PLANET CIRCULAR（MPCs）に掲載・発表されるようになっています．申請の締め切りはとくに期限を定めてはいないようですが，少なくとも数ヵ月前までには申請することをすすめています．

2020年11月時点で21,922個の小惑星が命名されており，名称のダブリなどはMinor Planet Names : Alphabetical Listにより事前に確認しておく必要があります．

図2

図1

人工天体ガイド・4月

橋本就安

●中国のロケットがハイチ上空で大気圏再突入

中国は2017年1月6日，日本時間00時18分に静止通信技術衛星2号を長征3Bロケットで打ち上げました．その打上げに使った長征3Bロケット（国際標識2017-001B）が高度を下げて，大気圏再突入が近付いていました．そのため，スペーストラックは大気圏再突入する場所を予報していました．そして，最終の予報では2020年1月21日，日本時間19時29分にラテンアメリカの西インド洋にあるハイチ上空で大気圏突入予定としていました．

筆者が調べてみると，ロケットは19時2分ごろ，近地点高度約105kmを通過．そして，遠地点に向かうため19時10分ごろハワイの上空約115kmを通過，19時21分ごろメキシコに入り高度を下げて，19時29分にハイチ上空から火球となってドミニカ上空を通過，プエルトリコの南方上空を通過して，19時31分過ぎに消滅したもようで，予報よりも少しだけ（1〜2分ほど）長く地球を周回しました．プエルトリコでは火球が目撃されています．その様子は以下のURLにて視聴できます．*https://www.primerahora.com/noticias/puerto-rico/notas/explican-meteoritos-vistos-esta-madrugada-en-el-cielo-boricua/s*

CZ-3Bロケットの大気圏突入コース（2020年1月21日）

CZ-3Bの最終周回コース（2020年1月21日）

表1　人工天体打上げ表（2019年6月5日〜2019年11月04日）

国際標識	衛星番号	名称	国	打上げ日	消滅日	周期	軌道傾斜角度	近地点高度	遠地点高度
						分	°	km	km
2019-032A	44310	OBJECT-A	中	2019-06-05		96.1	45.0	578	562
2019-032B	44311	OBJECT-B	中	2019-06-05		96.0	45.0	575	556
2019-052A	44486	OBJECT A	中	2019-08-17		95.6	97.6	530	560
2019-052B	44487	OBJECT B	中	2019-08-17		95.5	97.6	527	560
2019-052C	44488	OBJECT C	中	2019-08-17		95.5	97.6	527	561
2019-053A	44493	CHINASAT-18（ZX-18）	中	2019-08-19		630.5	28.5	185	35774
2019-053B	44494	CZ-3Bロケット	中	2019-08-19		588.4	28.5	142	33622
2019-054A	44495	BRO-1	仏	2019-08-19		95.5	45.0	533	548
2019-054B	44496	ELECTRON KICK STAGEロケット	米	2019-08-19		95.5	45.0	539	549
2019-054C	44497	PEARL WHITE 1	米	2019-08-19		95.5	45.0	534	549
2019-054D	44498	PEARL WHITE 2	米	2019-08-19		95.5	45.0	533	548
2019-054E	44499	GLOBAL-4	米	2019-08-19		95.3	45.0	522	541
2019-054F	44500	ELECTRONロケット	米	2019-08-19		92.4	45.0	290	492
2019-055A	44504	SOYUZ-MS 14	C	2019-08-22	2019-09-06	92.9	51.7	410	421
2019-055B	44505	SL-4ロケット	C	2019-08-22	2019-08-26	87.4	51.7	143	146
2019-056A	44506	NAVSTAR 78（USA 293）	米	2019-08-22		718.3	55.1	20177	20202
2019-022J	44516	AEROCUBE 10 PROBE	米	2019-04-17		91.1	51.6	316	338
2019-057A	44517	COSMOS 2540	C	2019-08-30		103.9	99.3	942	944
2019-057B	44518	BREEZE-KMロケット	C	2019-08-30		101.1	99.2	665	955
2019-058A	44519	XIAOXIANG-1 07	中	2019-08-30		96.7	97.8	590	611
2019-058B	44520	KX-09	中	2019-08-30		96.7	97.8	590	609
2019-058C	44521	KZ-1Aロケット	中	2019-08-30		95.0	97.8	351	681
2019-059A	44528	ZY-1 02D	中	2019-09-12		100.3	98.6	773	775
2019-059B	44529	BNU-1（JINGSHI 1）	中	2019-09-12		99.7	98.6	731	752
2019-059C	44530	TAURUS-1（JINNIUZUO 1）	中	2019-09-12		99.6	98.6	729	753
2019-059D	44531	CZ-4Bロケット	中	2019-09-12		96.6	98.7	454	736
2019-022K	44533	SEEKER	米	2019-04-17		94.1	51.7	467	482
2019-060A	44534	ZHUHAI-1 03A	中	2019-09-19		94.9	97.4	501	523
2019-060B	44535	CZ-11ロケット	中	2019-09-19	2019-09-19	88.4	97.4	93	296
2019-060C	44536	ZHUHAI-1 03B	中	2019-09-19		94.9	97.4	504	521
2019-060D	44537	ZHUHAI-1 03C	中	2019-09-19		94.9	97.4	505	520
2019-060E	44538	ZHUHAI-1 03D	中	2019-09-19		94.9	97.4	505	519
2019-060F	44539	ZHUHAI-1 03E	中	2019-09-19		94.9	97.4	506	518
2019-061A	44542	BEIDOU-3 M23	中	2019-09-22		773.2	54.9	21505	21551
2019-061B	44543	BEIDOU-3 M24	中	2019-09-22		773.2	54.9	21513	21543
2019-061C	44544	YZ-1ロケット	中	2019-09-22		798.1	55.1	22036	22210
2019-061D	44545	CZ-3Bロケット	中	2019-09-22		319.4	55.0	160	18039
2019-062A	44546	HTV-8（こうのとり8）	日	2019-09-24	2019-11-03	89.9	51.6	145	399
2019-063A	44547	YUNHAI 1-02	中	2019-09-25		100.5	98.6	782	784
2019-063B	44548	CZ-2Dロケット	中	2019-09-25		100.1	98.1	756	766
2019-064A	44550	SOYUZ-MS 15	C	2019-09-25		93.0	51.6	416	423
2019-064B	44551	SL-4ロケット	C	2019-09-25	2019-09-28	87.3	51.7	135	150

米：アメリカ合衆国，C：独立国家共同体，中：中国，仏：フランス，日：日本，EUTE：ユーテルサット，SDN：スーダン

惑星の近況　堀川邦昭，安達誠

月惑星研究会

日没後の南西天では金星が輝いています．一方，明け方の空には，4時台に火星が昇ってきます．また，日の出直前には合を過ぎた木星が姿を見せるようになり，新しい観測シーズンが始まりました．

ここでは2月初めまでの惑星面についてまとめます．この記事中では，日時は世界時（UT），画像は南を上にしています．

●火星

火星は2月になると，視直径はほぼ5″になりました．筆者（安達）は眼視での観測をしていますが，400倍かけられる光学系であれば，気流が良ければ模様を見ることができます．依然として明け方の地平高度は30°くらいですが，非常によく撮れた画像が集まってきています．

火星の季節を表わすsは，2月1日で145°と，南半球は冬至を過ぎ，次第に春めいていきます．

北極冠は最小の状態になっています．まだ，北極点が見える位置のため，図1のように永久北極冠が画像に記録されています．

この時期はヘラス盆地に白雲が広がる季節で，画像には白く明るいヘラスの姿が記録されています．また，氷晶雲といって低緯度地方の上空を東西に帯のように広がる雲が見えますが，これも画像に記録されています．このような小さな火星で記録されているのは驚きです．

北極冠が小さくなったときには，北極域に北極の冷気が引き金になって極付近にダストストームがよく起こります．1月13日に，熊森照明氏（大阪府）がシルチスの北側にダストベールのような黄色くなったリムを記録していますが，15日と17日にクライド・フォスター（Clyde Foster）氏が，黄色くベールに覆われた北極を記録しました．赤外画像では写りますが，緑光像では記録できないことからそれがわかります．

これからは，南極部が見えてきます．南極フードの下に見える南極冠の出現を待ちましょう．

図1　火星の永久北極冠
一番下の小さな白点が北極冠．左のユートピアはダストベールに覆われて淡い．撮像：クライド・フォスター氏（南アフリカ，35cm）

図2　ヘラスの白雲
上部の大きな白い領域がヘラスに広がる白雲．撮像：熊森照明氏（大阪府，35cm）

●木星

2020シーズンの木星はいて座にあり，衝は7月14日です．南中高度は最大でも33°で昨年とほとんど変わりませんが，夏に近付いた分，好シーイングを期待できそうです．

今シーズンの最初の観測は，カリブ海・キュラソー島のエリック・シューセンバッハ（Eric Sussenbach）氏と，ブラジルのビニシウス・マーティンス（Vinicius Martins）氏による1月25日の木星でした．赤みのとても強い大赤斑（GRS）や北部が淡化した南赤道縞（SEB）など，昨シーズン末とおおむね変わらない様相です．大赤斑の経度も体系Ⅱ＝323°で，ほとんど変わっていません．北赤道縞（NEB）は北縁の凹凸がなくなり，やや細くなったように感じます．南縁には大きな青い暗部が並び，フェストゥーン（festoon）が目立っています．赤道帯（EZ）北部の薄茶色は，まだ残っているものの，だいぶ薄れたようです．

図3　今シーズンの木星面
（左）大赤斑は赤みがとても強い．NEB南縁の暗部とフェストゥーンが目立つ．撮像：エリック・シューセンバッハ氏（オランダ，28cm）．（右）大赤斑前方の様子．SEBには中央組織が伸びる．NEBではリフト活動が見られる．撮像：アンソニー・ウェズレー氏（オーストラリア，33cm）

● **A5aとA7が合体！**

合直前の12月26日，24回目の近木点通過（PJ24）をむかえた木星探査機ジュノーが，南南温帯縞（SSTB）の高気圧的白斑（AWO）であるA5aとA7の合体という，衝撃的な瞬間をとらえました．公開された画像では，永続白斑BAのすぐ南でA5aとA7が接触し，白い雲が両者に巻き付いている様子が見られます．AWOの合体は数日で終わる場合が多いので，53日周期の近木点通過に重なるのは，まさに奇跡です．

図4　合体しつつあるA5aとA7
月惑星研究会のメールでは，まるで雪ダルマだとか，近接連星の想像図のようだといった声が上がった．下の大きな白斑はBA．NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Kevin M. Gillより．

SSTBのAWOの合体は過去に何度か観測されています．最近では2018年5月にA6とA7が合体しました．どの例も，永続白斑BA－AWOの会合や大赤斑－BA－AWOの三重会合のタイミングか，すぐあとに起きています．A5aとA7は，昨年何度か接近しましたが，間にあった低気圧的な渦が合体を阻んでいたようです．BAとの会合によって低気圧的な渦が消失したことが，合体の直接の原因かもしれません．

惑星サロン

木星観測者列伝：薦田 一吉

水元伸二

薦田 一吉（こもだかずよし1914～1967年）は日本における木星観測の草分け的存在です．幼いころの小児まひの影響で右足が不自由でしたが，ハンディを克服して高校へ進学，そこで天文に興味を持ち，卒業後も自作の望遠鏡で木星観測を継続（1944年～1961年）しました．第二次世界大戦の戦火が拡大し，観測しづらい環境の中でも英国天文協会紀要などを入手し知識を吸収，スケッチとともにCMT観測を精力的に行ないました．

図1　薦田一吉氏と21cmニュートン

戦後（1950年），念願の小さな観測室を完成させ21cmニュートンを設置，観測結果を東亜天文学会やアメリカの月惑星観測者協会に報告しています．決して鋭眼の持ち主ではありませんでしたが，真摯な観測姿勢はこうあらねばと思わせるものがあります．またこの時代，木星観測者はきわめて少なく，貴重な観測記録を残しています．小惑星6744に"Komoda"の名が付けられています．

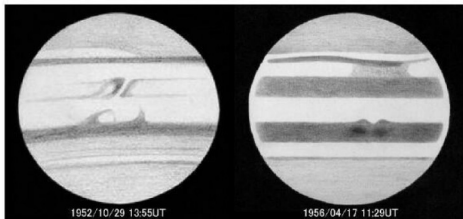



図2　薦田氏のスケッチ　1952年のスケッチでは南赤道縞攪乱の暗柱が，1956年のスケッチでは南熱帯攪乱が見られる．

彗星ガイド・3月

中野主一
天文電報中央局アソシエイツ

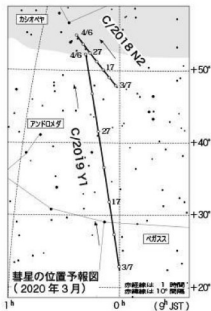
◎最近，新発見された彗星（抜粋）

● ATLAS 彗星（2019 Y1）

先月号でその発見を紹介したとおり，ライラー彗星（1988 A1）の分裂核の1つと指摘されている彗星ですが，先月号にある上尾の門田健一氏が1月2日に15.0等，3日に14.9等，13日に14.0等と観測したあとのCCD全光度を東京の佐藤英貴氏が1月14日に13.9等と観測しました．このとき，彗星には集光のある1′.5のコマが見られています．両氏の観測のとおり，彗星は1月中旬には14等級でした．

しかし，門田氏の2月1日の観測では，そのCCD全光度が12.0等と彗星は増光し，続く，佐藤氏の2月3日の観測でも12.2等（コマ視直径1′.9），そして，八束の安部裕史氏も2月4日に12.1等と観測し，彗星は12等級に増光しました．さらに，門田氏は，2月7日に11.4等，9日に11.2等と，彗星がさらに明るくなっていることを観測しています．このように彗星のCCD全光度は，1月より2等級ほど増光しました．この状況が続けば，この春（3月〜4月）には，彗星は9等級まで明るくなるでしょう．但し，過去の2個の分裂核（1996 Q1，2015 F3）は，発見後，急速に暗くなっていったため，彗星の光度変化には注意が必要です．

右の軌道は，2019年12月16日から2020年2月9日に行なわれた門田氏の観測まで，159個の観測から決定したものです．周期も，母彗星と思われるライラー彗星の周期（a＝204.9 AU；約2930年）に一致してきました．彗星の観測条件は，3月下旬から4月にかけて，明け方の空で，天文薄明開始時の地平高度が＋15°以上となり，一時的に観測条件が良くなります．しかし，5月以後は，彗星が空の北極近くを動くため，夕方の空での観測条件が良くなります．なお，位置予報は，夕方の空（20時JST）でのものですが，3月下旬以後は，しばらくの間，明け方の空でより良く観測できます．

彗星の位置予報図（2020年3月）

ATLAS彗星（2019 Y1）の位置予報（夕方の空）

2020 20h (JST)	赤経 (2000)	赤緯	地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1	天文薄明終了時 高度h	天文薄明終了時 方位A
	h m	° ′	AU	AU	′ °	°	°	等	°	°
3月 5日	23 59.49	+21 29.5	1.551	0.859	52.8／ 8	30.5	35.8	9.9	+8.7	110.2
6	23 59.99	+22 21.9	1.544	0.855	53.1／ 8	30.6	36.2	9.9	+8.4	111.5
7	00 00.50	+23 14.5	1.538	0.851	53.4／ 8	30.7	36.5	9.9	+8.1	112.8
8	00 01.02	+24 07.4	1.531	0.848	53.7／ 8	30.8	36.9	9.9	+7.8	114.1
9	00 01.54	+25 00.6	1.523	0.845	54.0／ 8	31.0	37.3	9.8	+7.5	115.4
10	00 02.07	+25 54.1	1.516	0.843	54.3／ 8	31.3	37.7	9.8	+7.3	116.7
11	00 02.61	+26 47.9	1.508	0.841	54.6／ 8	31.5	38.1	9.8	+7.0	118.1
12	00 03.16	+27 42.1	1.500	0.840	55.0／ 8	31.8	38.6	9.8	+6.8	119.4
13	00 03.71	+28 36.6	1.492	0.839	55.3／ 8	32.1	39.1	9.8	+6.6	120.7
14	00 04.28	+29 31.4	1.484	0.838	55.7／ 8	32.5	39.6	9.7	+6.4	122.0
15	00 04.86	+30 26.6	1.476	0.838	56.1／ 8	32.9	40.1	9.7	+6.2	123.3
16	00 05.46	+31 22.2	1.467	0.838	56.5／ 8	33.3	40.7	9.7	+6.1	124.6
17	00 06.07	+32 18.1	1.458	0.838	56.9／ 8	33.7	41.2	9.7	+5.9	125.9
18	00 06.70	+33 14.5	1.449	0.839	57.4／ 8	34.2	41.8	9.7	+5.8	127.2
19	00 07.35	+34 11.3	1.440	0.841	57.9／ 8	34.7	42.4	9.7	+5.8	128.4
20	00 08.02	+35 08.6	1.431	0.843	58.4／ 8	35.2	42.9	9.7	+5.7	129.7
21	00 08.72	+36 06.3	1.422	0.845	58.9／ 8	35.7	43.5	9.7	+5.7	131.0
22	00 09.44	+37 04.6	1.412	0.847	59.4／ 9	36.3	44.1	9.7	+5.7	132.3
23	00 10.19	+38 03.3	1.402	0.850	60.0／ 9	36.9	44.7	9.7	+5.7	133.6
24	00 10.98	+39 02.6	1.393	0.854	60.6／ 9	37.5	45.3	9.7	+5.8	134.9
25	00 11.79	+40 02.4	1.383	0.858	61.2／ 9	38.1	45.8	9.7	+5.9	136.1
26	00 12.65	+41 02.8	1.373	0.862	61.8／ 9	38.7	46.4	9.7	+6.0	137.4
27	00 13.54	+42 03.9	1.363	0.867	62.5／ 9	39.4	47.0	9.7	+6.1	138.7
28	00 14.48	+43 05.5	1.353	0.872	63.2／ 10	40.1	47.5	9.7	+6.3	139.9
29	00 15.47	+44 07.8	1.343	0.877	64.0／ 10	40.8	48.0	9.7	+6.5	141.2
30	00 16.51	+45 10.8	1.332	0.882	64.7／ 10	41.5	48.6	9.7	+6.8	142.4
31	00 17.61	+46 14.5	1.322	0.888	65.5／ 10	42.2	49.1	9.7	+7.1	143.6
4月 1日	00 18.78	+47 18.9	1.312	0.895	66.3／ 11	42.9	49.5	9.7	+7.4	144.9
2	00 20.01	+48 24.0	1.302	0.901	67.2／ 11	43.7	50.0	9.7	+7.8	146.1
3	00 21.33	+49 29.9	1.292	0.908	68.0／ 11	44.5	50.5	9.7	+8.2	147.3
4	00 22.72	+50 36.6	1.282	0.916	69.0／ 12	45.3	50.9	9.7	+8.6	148.5
5	00 24.22	+51 44.2	1.272	0.923	69.9／ 12	46.0	51.3	9.7	+9.1	149.6

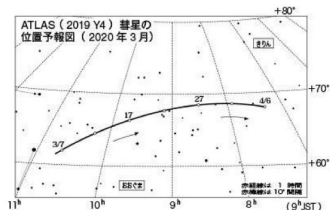
$m1 = 9.5 + 5 \log \Delta + 8.0 \log r$

T＝2020 Mar. 15.5679 TT　ω＝ 57°.5186
e＝ 0.996083　Ω＝ 31°.3722　(2000.0)
q＝ 0.837576 AU　i＝ 73°.3450
a＝213.8 AU　P＝3130 年

● ATLAS 彗星（2019 Y4）

同じく，先月号でその発見を紹介したこの彗星は，19世紀に出現した大彗星C/1844 Y1と軌道がよく似ていることが指摘され，この彗星の分裂核の1つであることが判明しました．C/1844 Y1は，Great Cometと呼ばれ，長い尾をたなびかせ，0等級以上に明るくなった彗星でした．

先月号にある東京の佐藤英貴氏の観測では，彗星は，12月30日に19.4等で，恒星状でした．しかし，氏が1月4日に再び，この彗星を観測したとき，彗星には強く集光した8″のコマが見られ，西に15″の尾が伸びた姿に変貌していました．このとき，彗星の光度は18.9等でした．1月下旬に入って，八尾の奥田正孝氏は1月21日に17.6等，同日，可児の水野義兼氏が17.2等，さらに，佐藤氏は，1月24日にも，この彗星を観測し，その光度を17.1等，このとき，彗星には強い集光のある12″のコマが見られることを観測しました．

その後，メイヤー氏主催のCOMET-MLによると，ドイツのジャガーが2月15日に彗星を観測したとき，彗星は14等級まで増光し，3′ほどに大きく広がったコマと短い尾が見らたことを報告しています．その3日後の2月18日にオーストラリアのマチアゾによって行なわれた観測では，彗星は，さらに増光し，

ATLAS彗星（2019 Y4）の位置予報（夕方の空）

2020 22h(JST)	赤経(2000)赤緯				地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1
	h	m	°	′	AU	AU	′ ／ °	°	°	等
3月 5日	10	45.32	+61	07.9	1.185	1.929	44.8／316	124.6	25.0	11.7
6	10	40.98	+61	40.0	1.177	1.913	44.9／315	123.6	25.6	11.6
7	10	36.44	+62	11.4	1.169	1.897	45.0／313	122.5	26.2	11.6
8	10	31.69	+62	42.0	1.161	1.880	45.0／312	121.4	26.8	11.5
9	10	26.74	+63	11.7	1.154	1.864	45.0／310	120.3	27.4	11.5
10	10	21.58	+63	40.5	1.147	1.847	45.0／309	119.2	28.0	11.4
11	10	16.21	+64	08.3	1.140	1.830	45.0／307	118.0	28.6	11.4
12	10	10.64	+64	35.1	1.134	1.814	44.9／305	116.8	29.3	11.3
13	10	04.86	+65	00.6	1.127	1.797	44.8／304	115.7	29.9	11.3
14	09	58.87	+65	25.0	1.121	1.780	44.7／302	114.5	30.6	11.3
15	09	52.69	+65	48.1	1.115	1.763	44.6／300	113.2	31.2	11.2
16	09	46.32	+66	09.8	1.110	1.746	44.4／298	112.0	31.9	11.2
17	09	39.77	+66	30.2	1.105	1.729	44.2／296	110.8	32.6	11.1
18	09	33.05	+66	49.1	1.099	1.712	44.0／294	109.5	33.2	11.1
19	09	26.17	+67	06.5	1.094	1.695	43.7／292	108.3	33.9	11.0
20	09	19.14	+67	22.4	1.090	1.678	43.5／290	107.0	34.6	11.0
21	09	11.99	+67	36.7	1.085	1.660	43.2／288	105.7	35.3	10.9
22	09	04.73	+67	49.4	1.081	1.643	42.9／286	104.5	36.0	10.9
23	08	57.38	+68	00.5	1.076	1.626	42.6／284	103.2	36.7	10.8
24	08	49.97	+68	10.0	1.072	1.608	42.3／282	101.9	37.4	10.8
25	08	42.50	+68	17.9	1.068	1.590	41.9／279	100.6	38.1	10.8
26	08	35.01	+68	24.2	1.065	1.573	41.6／277	99.3	38.8	10.7
27	08	27.52	+68	28.9	1.061	1.555	41.2／275	98.0	39.5	10.7
28	08	20.04	+68	32.0	1.057	1.537	40.9／273	96.8	40.2	10.6
29	08	12.60	+68	33.5	1.054	1.519	40.5／271	95.5	40.9	10.6
30	08	05.21	+68	33.6	1.050	1.501	40.1／269	94.2	41.6	10.5
31	07	57.90	+68	32.2	1.047	1.483	39.8／267	92.9	42.3	10.5
4月 1日	07	50.69	+68	29.4	1.043	1.465	39.4／265	91.6	43.0	10.4
2	07	43.58	+68	25.2	1.040	1.446	39.0／263	90.3	43.7	10.4
3	07	36.59	+68	19.7	1.037	1.428	38.7／261	89.0	44.4	10.3
4	07	29.73	+68	12.9	1.034	1.410	38.3／259	87.7	45.2	10.3
5	07	23.01	+68	05.0	1.030	1.391	38.0／257	86.4	45.9	10.2

$m1 = 9.0 + 5 \log \Delta + 8.0 \log r$

12.5等まで明るくなり，コマも4′まで広がっていました．先月号で，彗星は（2019 Y4）は，小さな分裂核で，明るくなることは期待できないと書きましたが，この増光が続くと，5月下旬から6月上旬頃に4等級まで明るくなる可能性があります．

次の軌道は2019年12月28日から2020年2月3日までに行なわれた203個の観測から決定したものです．この軌道の周期は5300年ほどとなります．先月号にある大泉の小林隆男氏が計算したC/1844 Y1の軌道の周期は約4000年（原初軌道）でした．なお，地球との位置関係上，この増光が続けば，今後，彗星は急速に明るくなり，4月中旬には9等級，5月中旬には6等級，5月末の近日点通過時には3等級（但し，太陽の近傍）まで明るくなるでしょう．1844年出現の「Great Comet」まで成長しないにしても，この状態を維持して欲しいものです．なお，予報光度は，マチアゾのCCD全光度に合わせてあります．眼視光度は，もう少し明るいでしょう．

T＝2020 May 31.0374 TT　ω＝ 177°.4069
e＝　0.999171　Ω＝ 120°.5686 ｝(2000.0)
q＝　0.252962 AU　i＝ 45°.3804 ｝
a＝305 AU　P＝5300 年

●岩本彗星（2020 A2）

彗星の眼視全光度を飛騨の大下信雄氏が1月21日に10.1等（コマ視直径3′），坂戸の相川礼仁氏が2月1日に10.9等（2′.0），スペインのゴンザレスが2月3日に9.6等（5′）と観測しました．相川氏の観測では，低倍率では，集光の弱い拡散状，x100以上では，中央集光も見られるとのことです．

先月号に続く，CCD全光度を東京の佐藤英貴氏が1月18日に13.3等，同日，上尾の門田健一氏が13.0等，平塚の杉山行浩氏が1月20日に13.7等，八東の安部裕史氏が1月21日に12.4等，山口の吉本勝巳氏が1月25日に12.5等（1′.8），船橋の張替憲氏が1月31日に11.8等（1′.9），同日，門田氏が11.7等，張替氏が2月1日に10.9等（1′.8），3日に10.7等（1′.7），門田氏が2月6日に11.4等と観測しました．張替氏の観測では，彗星のコマは青くて丸いとのことです．

次ページ上の軌道は，2020年1月9日から2月7日までに行なわれた129個の観測から決定したものです．彗星は，3月には，まだ11等級で観測できますが，

岩本彗星（2020 A2）の位置予報（夕方の空）

2020 21h(JST)	赤経(2000)赤緯				地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1
	h	m	°	′	AU	AU	′ ／ °	°	°	等
3月 5日	01	56.14	+76	47.1	1.016	1.371	112.2／116	86.1	46.2	10.4
6	02	23.84	+75	52.7	1.032	1.382	108.9／122	86.1	45.7	10.5
7	02	47.41	+74	50.4	1.048	1.393	105.5／127	86.1	45.3	10.5
8	03	07.35	+73	42.8	1.066	1.405	102.1／132	86.0	44.8	10.6
9	03	24.25	+72	31.9	1.085	1.416	98.8／136	85.8	44.4	10.7
10	03	38.65	+71	19.3	1.104	1.427	95.5／139	85.6	43.9	10.8
11	03	51.01	+70	06.0	1.124	1.439	92.2／141	85.4	43.5	10.8
12	04	01.70	+68	52.9	1.145	1.450	89.0／143	85.1	43.1	10.9
13	04	11.03	+67	40.4	1.166	1.462	85.9／145	84.8	42.6	11.0
14	04	19.24	+66	29.2	1.189	1.474	82.9／147	84.4	42.2	11.1
15	04	26.52	+65	19.3	1.211	1.485	79.9／148	84.0	41.8	11.1
16	04	33.02	+64	11.0	1.234	1.497	77.1／149	83.6	41.3	11.2
17	04	38.88	+63	04.5	1.258	1.509	74.3／150	83.2	40.9	11.3
18	04	44.18	+61	59.9	1.282	1.520	71.7／151	82.7	40.5	11.4
19	04	49.02	+60	57.1	1.307	1.532	69.1／151	82.2	40.1	11.4
20	04	53.45	+59	56.3	1.332	1.544	66.7／152	81.7	39.7	11.5
21	04	57.54	+58	57.3	1.358	1.556	64.4／152	81.2	39.3	11.6
22	05	01.33	+58	00.2	1.383	1.568	62.1／152	80.6	38.8	11.7
23	05	04.86	+57	05.0	1.410	1.580	60.0／153	80.1	38.4	11.7
24	05	08.16	+56	11.5	1.436	1.592	57.9／153	79.5	38.0	11.8
25	05	11.25	+55	19.9	1.463	1.604	55.9／153	78.9	37.6	11.9
26	05	14.17	+54	29.9	1.490	1.616	54.1／153	78.3	37.2	11.9
27	05	16.93	+53	41.6	1.517	1.628	52.3／153	77.6	36.8	12.0
28	05	19.54	+52	54.8	1.544	1.640	50.6／153	77.0	36.4	12.1
29	05	22.03	+52	09.7	1.572	1.652	48.9／153	76.4	36.0	12.2
30	05	24.40	+51	25.9	1.600	1.664	47.4／153	75.7	35.6	12.2
31	05	26.67	+50	43.7	1.628	1.676	45.9／153	75.1	35.2	12.3
4月 1日	05	28.85	+50	02.8	1.656	1.688	44.5／153	74.4	34.8	12.4
2	05	30.94	+49	23.2	1.684	1.700	43.1／152	73.7	34.4	12.4
3	05	32.96	+48	44.8	1.712	1.712	41.9／152	73.0	34.0	12.5
4	05	34.91	+48	07.7	1.741	1.725	40.6／152	72.3	33.6	12.6
5	05	36.79	+47	31.8	1.769	1.737	39.5／152	71.7	33.1	12.6

$m1 = 9.0 + 5 \log \Delta + 10.0 \log r$

それ以後は，次第に減光していくでしょう．予報光度は，ゴンザレス氏が行なった2月3日の眼視観測からのものです．

$$\left.\begin{array}{llll} T = 2020\ \text{Jan. } 8.3427\ \text{TT} & & \omega = & 68^{\circ}.2288 \\ e = & 1.0 & \Omega = & 286^{\circ}.3724 \\ q = & 0.978236\ \text{AU} & i = & 120^{\circ}.7478 \end{array}\right\}\ (2000.0)$$

◎今後，動向が注目される彗星

● PANSTARRS 彗星（2017 T2）

彗星の近日点通過は今年5月4日で，あと2ヶ月後に迫りました．

先月号に続く，眼視全光度を八尾の鷲真正氏が1月18日に9.8等，秩父の橋本秋恵氏が1月20日に9.8等，飛騨の大下信雄氏が1月21日に10.1等，同日，坂戸の相川礼仁氏が9.5等，スペインのゴンザレスが2月3日に8.9等（4′）と観測しました．ゴンザレス氏の光度は，先月号にある予報光度にほぼ合っていました．

先月号に続く，CCD全光度を鹿児島の向井優氏が1月21日に10.5等，同日，八東の安部裕史氏が9.9等，新城の池村俊彦氏が9.2等，可児の水野義兼氏が1月29日に9.9等，同日，八尾の奥田正孝氏が10.1等（南東に5′の尾），向井氏が2月1日に10.0等，同日，奥田氏が10.3等（4′の尾），安部氏が2月4日に9.8等，向井氏が2月5日に10.1等，奥田氏が2月6日に10.4等（南東に3′の尾），同日，鷲氏が10.2等（5′の尾），向井氏が2月9日に9.7等と観測しました．彗星の近日点通過が近づいても，眼視とCCD観測とも，光度変化が鈍い状況には，大きく変化はありません．しかし，ここまでくれば，太陽熱を内部にどんどん蓄えて，近日点頃に大きく増光して欲しいものです．

左下の予報位置は，先月号にある軌道（NK 4029）から計算したものです．なお，予報光度は，先月号の予報と同じパラメータからものです．彗星の経路図がC/2020 A2の経路図中にともにあります．

PANSTARRS彗星（2017 T2）の位置予報（夕方の空）

2020 20h(JST)	赤経(2000)赤緯		地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1	天文薄明終了時 高度h	方位A
	h m	° ′	AU	AU	′ °	°	°	等	°	°
3月 5日	02 12.47	+62 09.7	1.752	1.807	13.4／ 28	76.9	32.3	8.8	+44.1	145.2
6	02 13.37	+62 21.5	1.754	1.801	13.8／ 29	76.4	32.4	8.8	+43.6	145.4
7	02 14.34	+62 33.5	1.757	1.795	14.2／ 30	75.9	32.4	8.8	+43.1	145.6
8	02 15.37	+62 45.8	1.758	1.790	14.6／ 31	75.5	32.5	8.8	+42.7	145.9
9	02 16.47	+62 58.4	1.760	1.784	15.1／ 31	75.1	32.5	8.7	+42.3	146.1
10	02 17.62	+63 11.3	1.762	1.779	15.5／ 32	74.6	32.6	8.7	+41.8	146.4
11	02 18.84	+63 24.4	1.763	1.773	15.9／ 33	74.2	32.6	8.7	+41.4	146.7
12	02 20.13	+63 37.8	1.765	1.768	16.3／ 33	73.8	32.7	8.7	+41.0	146.9
13	02 21.48	+63 51.4	1.766	1.762	16.8／ 34	73.4	32.7	8.7	+40.6	147.2
14	02 22.91	+64 05.3	1.767	1.757	17.2／ 34	73.1	32.8	8.7	+40.2	147.5
15	02 24.40	+64 19.5	1.768	1.752	17.6／ 35	72.7	32.8	8.7	+39.9	147.8
16	02 25.97	+64 33.9	1.769	1.747	18.0／ 35	72.3	32.9	8.7	+39.5	148.2
17	02 27.61	+64 48.5	1.770	1.742	18.5／ 36	72.0	32.9	8.6	+39.2	148.5
18	02 29.32	+65 03.4	1.771	1.737	18.9／ 37	71.7	33.0	8.6	+38.9	148.8
19	02 31.12	+65 18.6	1.771	1.732	19.3／ 37	71.3	33.0	8.6	+38.6	149.2
20	02 33.00	+65 34.0	1.772	1.727	19.8／ 38	71.0	33.0	8.6	+38.3	149.5
21	02 34.96	+65 49.6	1.772	1.723	20.2／ 38	70.7	33.1	8.6	+38.0	149.9
22	02 37.01	+66 05.5	1.772	1.718	20.7／ 39	70.4	33.1	8.6	+37.7	150.2
23	02 39.15	+66 21.6	1.772	1.713	21.1／ 39	70.2	33.2	8.6	+37.4	150.6
24	02 41.39	+66 37.9	1.772	1.709	21.5／ 40	69.9	33.2	8.6	+37.2	150.9
25	02 43.72	+66 54.4	1.772	1.705	22.0／ 40	69.7	33.3	8.6	+37.0	151.3
26	02 46.15	+67 11.2	1.772	1.701	22.4／ 41	69.4	33.3	8.5	+36.8	151.7
27	02 48.69	+67 28.1	1.771	1.696	22.9／ 41	69.2	33.4	8.5	+36.6	152.1
28	02 51.34	+67 45.2	1.771	1.692	23.3／ 42	69.0	33.4	8.5	+36.4	152.5
29	02 54.11	+68 02.5	1.770	1.688	23.7／ 42	68.8	33.5	8.5	+36.2	152.8
30	02 56.99	+68 20.0	1.769	1.685	24.2／ 43	68.6	33.5	8.5	+36.1	153.2
31	03 00.00	+68 37.7	1.768	1.681	24.6／ 43	68.4	33.6	8.5	+35.9	153.6
4月 1日	03 03.14	+68 55.5	1.767	1.677	25.1／ 44	68.2	33.6	8.5	+35.8	154.0
2	03 06.42	+69 13.4	1.766	1.674	25.5／ 45	68.1	33.7	8.5	+35.7	154.4
3	03 09.84	+69 31.4	1.765	1.670	26.0／ 45	67.9	33.7	8.5	+35.6	154.8
4	03 13.42	+69 49.5	1.764	1.667	26.4／ 46	67.8	33.8	8.5	+35.5	155.2
5	03 17.15	+70 07.7	1.762	1.663	26.9／ 47	67.7	33.8	8.4	+35.4	155.5

m1 = 5.0 + 5 log △ + 10.0 log r

◎話題の彗星と明るい彗星

● ASASSN 彗星（2018 N2）

先月号に続く，彗星のCCD全光度を新城の池村俊彦氏1月21日に12.7等，同日，八東の安部裕史氏が12.2等，さらに安部氏は2月4日に12.1等と観測しています．

下の予報位置は，NK 3901（＝HICQ 2020）にある軌道から計算したものです．予報光度は，ゴンザレス氏の12月27日の眼視光度（11.5等）に合わせてあります．なお，彗星の経路図がC/2019 Y1の経路図中にともにあります．

ASASSN彗星（2018 N2）の位置予報（夕方の空）

2020 20h(JST)	赤経(2000)赤緯		地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1	天文薄明開始時 高度h	方位A
	h m	° ′	AU	AU	′ °	°	°	等	°	°
3月 5日	00 00.77	+47 42.3	3.787	3.319	15.0／ 37	55.0	14.2	12.3	+22.9	133.3
6	00 01.66	+47 54.2	3.796	3.322	15.1／ 37	54.7	14.1	12.3	+22.4	133.8
7	00 02.57	+48 06.3	3.804	3.325	15.2／ 37	54.3	14.0	12.3	+21.9	134.3
8	00 03.48	+48 18.6	3.813	3.328	15.4／ 36	54.0	14.0	12.3	+21.4	134.9
9	00 04.40	+48 30.9	3.822	3.332	15.5／ 36	53.7	13.9	12.3	+21.0	135.4
10	00 05.32	+48 43.4	3.830	3.335	15.6／ 36	53.4	13.8	12.3	+20.5	135.9
11	00 06.26	+48 56.0	3.838	3.338	15.7／ 36	53.2	13.8	12.3	+20.1	136.5
12	00 07.21	+49 08.7	3.846	3.342	15.9／ 36	52.9	13.7	12.4	+19.6	137.0
13	00 08.16	+49 21.6	3.854	3.345	16.0／ 36	52.6	13.7	12.4	+19.2	137.6
14	00 09.12	+49 34.5	3.862	3.349	16.1／ 36	52.4	13.6	12.4	+18.8	138.1
15	00 10.09	+49 47.6	3.870	3.352	16.2／ 36	52.1	13.5	12.4	+18.4	138.7
16	00 11.07	+50 00.8	3.877	3.356	16.4／ 35	51.9	13.5	12.4	+18.0	139.3
17	00 12.06	+50 14.1	3.885	3.359	16.5／ 35	51.6	13.4	12.4	+17.6	139.8
18	00 13.05	+50 27.5	3.892	3.363	16.6／ 35	51.4	13.4	12.4	+17.3	140.4
19	00 14.05	+50 41.1	3.899	3.366	16.7／ 35	51.2	13.3	12.4	+16.9	141.0
20	00 15.07	+50 54.8	3.906	3.370	16.8／ 35	51.0	13.3	12.4	+16.5	141.5
21	00 16.09	+51 08.5	3.913	3.373	16.9／ 35	50.8	13.2	12.4	+16.2	142.1
22	00 17.11	+51 22.4	3.920	3.377	17.0／ 35	50.6	13.2	12.4	+15.8	142.7
23	00 18.15	+51 36.5	3.927	3.381	17.1／ 34	50.4	13.1	12.4	+15.5	143.2
24	00 19.19	+51 50.6	3.934	3.384	17.2／ 34	50.3	13.1	12.4	+15.2	143.8
25	00 20.25	+52 04.8	3.940	3.388	17.4／ 34	50.1	13.1	12.5	+14.9	144.4
26	00 21.31	+52 19.2	3.946	3.392	17.5／ 34	49.9	13.0	12.5	+14.6	145.0
27	00 22.37	+52 33.7	3.953	3.395	17.6／ 34	49.8	13.0	12.5	+14.3	145.6
28	00 23.45	+52 48.2	3.959	3.399	17.7／ 34	49.7	12.9	12.5	+14.0	146.1
29	00 24.54	+53 02.9	3.965	3.403	17.8／ 33	49.5	12.9	12.5	+13.8	146.7
30	00 25.63	+53 17.7	3.971	3.407	17.9／ 33	49.4	12.9	12.5	+13.5	147.3
31	00 26.73	+53 32.6	3.977	3.410	18.0／ 33	49.3	12.8	12.5	+13.3	147.9
4月 1日	00 27.84	+53 47.7	3.982	3.414	18.1／ 33	49.2	12.8	12.5	+13.0	148.5
2	00 28.95	+54 02.8	3.988	3.418	18.1／ 33	49.1	12.8	12.5	+12.8	149.1
3	00 30.08	+54 18.0	3.993	3.422	18.2／ 33	49.0	12.7	12.5	+12.6	149.7
4	00 31.21	+54 33.3	3.999	3.426	18.3／ 33	48.9	12.7	12.5	+12.4	150.2
5	00 32.35	+54 48.8	4.004	3.430	18.4／ 32	48.9	12.7	12.5	+12.2	150.8

m1 = 5.5 + 5 log △ + 7.5 log r

● ATLAS 彗星（2019 N1）

ハワイ州マウナロアで行なわれているATLASサーベイで2019年7月5日に18等級で発見されたこの彗星は，今年7月頃には12等級，その後，一旦，太陽に近づいたあと，年末には11等級まで明るくなります．

今年に入ってからの彗星のCCD全光度は，新城の池村俊彦氏が1月4日に15.6等，上尾の門田健一氏が1月11日に15.7等，可児の水野義兼氏が2月3日に15.8等，門田氏が2月6日に15.5等と，HICQ 2020にある予報光度に近い明るさで観測されています．

次の軌道（NK 4043）は，2019年6月10日から

2020年2月1日までに行なわれた600個の観測から計算したものです．原初軌道の長半径の逆数がマイナスですが，軌道が改良されていくと，プラスに落ち着いてくるでしょう．

なお，経路図にともにある大型の彗星，C/2017 K2（T＝2022年12月19日）は，上尾の門田健一氏が1月18日に16.2等と観測し，次第に明るくなってきました．

Epoch = 2020 Dec. 17.0 TT

$$\left.\begin{array}{llll} T = & \text{2020 Dec. 1.77455 TT} & \omega = & 193^\circ.44323 \\ e = & 1.0000268 & \Omega = & 13^\circ.57358 \\ q = & 1.7045703\ \text{AU} & i = & 82^\circ.42749 \end{array}\right\}(2000.0)$$

$1/a = -0.000040$ (origin) $+0.000926$ (future) Q=7

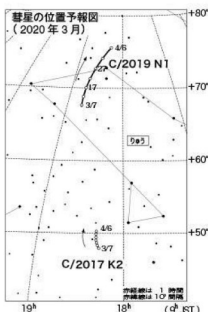
● **68P/ クレモラ周期彗星**

スペースの都合で1ヶ月分が抜けてしまいましたが，明るい時期のこの彗星の観測は，すでに終了しました．先々月号に続く，CCD全光度を可児の水野義兼氏が12月18日に14.9等，新城の池村俊彦氏が12月27日に15.1等，東京の佐藤英貴氏が1月7日に15.6等，水野氏が1月13日に15.2等，21日に15.5等，2月2日に16.1等と観測しています．

右の予報位置は，NK 3810（＝HICQ 2020）にある連結軌道から計算したものです．CCD全光度は暗くなりましたが，眼視光度は4等級ほど明るく観測されていたため，予報光度は，ゴンザレス氏の10月25日の眼視光度（10.4等）に合わせてあります．彗星は，夕方の空，低空を動き，観測は困難ですが，時間のある方は確認下さい．

◎周期彗星の回帰

● **SOHO 周期彗星（2003 T12 = 2012 A3）**

SOHO衛星で発見される近日点距離の小さい（q ＜0.1 AU）周期彗星とは違って，この彗星は通常の近日点距離（q ＝0.60 AU）を動く周期が4.1年の周期彗星です．

ATLAS彗星（2019 N1）の位置予報（明け方の空）

2020 27h(JST)	赤経(2000)	赤緯	地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1
	h m	° ′	AU	AU	′ / °	°	°	等
3月 5日	18 43.49	+67 19.1	3.590	3.661	13.4／ 5	86.2	15.7	14.4
6	18 43.69	+67 32.5	3.580	3.652	13.6／ 4	86.3	15.7	14.4
7	18 43.84	+67 46.0	3.569	3.643	13.8／ 3	86.3	15.8	14.4
8	18 43.96	+67 59.8	3.559	3.634	14.0／ 2	86.4	15.8	14.4
9	18 44.03	+68 13.8	3.549	3.624	14.1／ 1	86.4	15.9	14.3
10	18 44.06	+68 27.9	3.538	3.615	14.3／359	86.4	15.9	14.3
11	18 44.03	+68 42.2	3.528	3.606	14.5／358	86.4	16.0	14.3
12	18 43.96	+68 56.7	3.518	3.596	14.7／357	86.5	16.0	14.3
13	18 43.83	+69 11.4	3.508	3.587	14.9／356	86.5	16.1	14.3
14	18 43.65	+69 26.2	3.498	3.578	15.1／355	86.5	16.1	14.3
15	18 43.41	+69 41.2	3.487	3.568	15.2／354	86.5	16.2	14.2
16	18 43.11	+69 56.4	3.477	3.559	15.4／353	86.6	16.2	14.2
17	18 42.74	+70 11.7	3.467	3.550	15.6／352	86.6	16.3	14.2
18	18 42.31	+70 27.2	3.457	3.540	15.8／351	86.6	16.3	14.2
19	18 41.80	+70 42.8	3.447	3.531	16.0／350	86.6	16.4	14.2
20	18 41.22	+70 58.5	3.437	3.522	16.2／349	86.6	16.4	14.1
21	18 40.56	+71 14.4	3.427	3.513	16.4／348	86.6	16.4	14.1
22	18 39.82	+71 30.4	3.417	3.503	16.6／346	86.7	16.5	14.1
23	18 38.99	+71 46.6	3.407	3.494	16.8／345	86.7	16.6	14.1
24	18 38.07	+72 02.8	3.397	3.485	17.0／344	86.7	16.6	14.1
25	18 37.04	+72 19.2	3.388	3.475	17.2／343	86.7	16.7	14.1
26	18 35.92	+72 35.6	3.378	3.466	17.4／342	86.7	16.7	14.0
27	18 34.69	+72 52.1	3.368	3.457	17.6／341	86.7	16.8	14.0
28	18 33.34	+73 08.7	3.358	3.447	17.8／339	86.7	16.8	14.0
29	18 31.87	+73 25.3	3.349	3.438	18.0／338	86.6	16.9	14.0
30	18 30.27	+73 42.0	3.339	3.429	18.2／337	86.6	16.9	14.0
31	18 28.54	+73 58.7	3.330	3.419	18.4／336	86.6	17.0	14.0
4月 1日	18 26.67	+74 15.5	3.320	3.410	18.6／334	86.6	17.0	13.9
2	18 24.64	+74 32.2	3.311	3.401	18.8／333	86.6	17.1	13.9
3	18 22.45	+74 48.9	3.301	3.391	19.0／331	86.5	17.1	13.9
4	18 20.09	+75 05.6	3.292	3.382	19.2／330	86.5	17.2	13.9
5	18 17.56	+75 22.2	3.283	3.373	19.4／329	86.5	17.2	13.9

$m1 = 6.0 + 5 \log \Delta + 10.0 \log r$

68P/ クレモラ周期彗星
の位置予報図（2020年3月）

うお　+10°　4/6　27　17　3/7　0°　くじら

赤経線は 1 時間
赤緯線は 10° 間隔

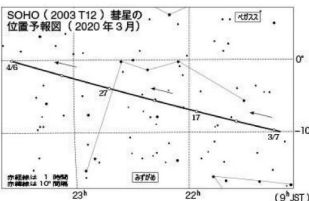
2h　1h　(9hJST)

68P/クレモラ周期彗星の位置予報（夕方の空）

2020 20h(JST)	赤経(2000)	赤緯	地心距離	日心距離	日々運動量/位置角	太陽離角	位相角	光度 m1	天文薄明終了時 高度h	方位A
	h m	° ′	AU	AU	′ / °	°	°	等	°	°
3月 5日	00 44.69	+00 49.9	2.992	2.143	34.3／ 71	25.8	11.6	12.2	+5.9	86.8
6	00 46.86	+01 01.0	3.002	2.148	34.2／ 71	25.4	11.4	12.2	+5.5	87.3
7	00 49.02	+01 12.0	3.012	2.154	34.1／ 71	24.9	11.2	12.2	+5.0	87.9
8	00 51.17	+01 23.0	3.022	2.159	34.0／ 71	24.5	11.0	12.2	+4.6	88.4
9	00 53.31	+01 33.9	3.032	2.164	33.9／ 71	24.1	10.8	12.3	+4.2	88.9
10	00 55.46	+01 44.8	3.042	2.169	33.8／ 71	23.7	10.6	12.3	+3.7	89.5
11	00 57.59	+01 55.6	3.052	2.175	33.7／ 71	23.3	10.4	12.3	+3.3	90.0
12	00 59.72	+02 06.4	3.062	2.180	33.6／ 71	22.8	10.2	12.3	+2.8	90.6
13	01 01.85	+02 17.1	3.071	2.185	33.5／ 71	22.4	10.0	12.4	+2.4	91.1
14	01 03.97	+02 27.8	3.081	2.191	33.4／ 71	22.0	9.8	12.4	+1.9	91.6
15	01 06.08	+02 38.4	3.091	2.196	33.3／ 72	21.6	9.6	12.4	+1.5	92.2
16	01 08.19	+02 48.9	3.100	2.202	33.2／ 72	21.1	9.4	12.4	+1.0	92.7
17	01 10.30	+02 59.4	3.110	2.207	33.1／ 72	20.7	9.2	12.5	+0.6	93.3
18	01 12.40	+03 09.9	3.119	2.213	33.0／ 72	20.3	9.0	12.5	+0.1	93.8
19	01 14.49	+03 20.3	3.129	2.218	32.9／ 72	19.9	8.8	12.5	−0.4	94.4
20	01 16.58	+03 30.6	3.138	2.224	32.8／ 72	19.4	8.6	12.5	−0.8	94.9
21	01 18.66	+03 40.9	3.148	2.229	32.7／ 72	19.0	8.4	12.6	−1.3	95.4
22	01 20.74	+03 51.1	3.157	2.235	32.6／ 72	18.6	8.2	12.6	−1.8	96.0
23	01 22.81	+04 01.2	3.166	2.240	32.5／ 72	18.1	8.0	12.6	−2.2	96.5
24	01 24.88	+04 11.3	3.175	2.246	32.4／ 72	17.7	7.8	12.6	−2.7	97.1
25	01 26.95	+04 21.3	3.184	2.252	32.4／ 72	17.3	7.6	12.7	−3.2	97.6
26	01 29.00	+04 31.2	3.193	2.257	32.3／ 72	16.9	7.4	12.7	−3.6	98.2
27	01 31.06	+04 41.1	3.202	2.263	32.2／ 72	16.4	7.2	12.7	−4.1	98.7
28	01 33.11	+04 50.9	3.211	2.269	32.1／ 72	16.0	7.0	12.7	−4.6	99.3
29	01 35.15	+05 00.7	3.220	2.274	32.0／ 72	15.6	6.8	12.7	−5.1	99.9
30	01 37.19	+05 10.3	3.229	2.280	31.9／ 72	15.2	6.6	12.8	−5.6	100.4
31	01 39.22	+05 19.9	3.238	2.286	31.7／ 73	14.7	6.4	12.8	−6.0	101.0
4月 1日	01 41.25	+05 29.4	3.246	2.291	31.6／ 73	14.3	6.2	12.8	−6.5	101.5
2	01 43.27	+05 38.9	3.255	2.297	31.5／ 73	13.9	6.0	12.8	−7.0	102.1
3	01 45.29	+05 48.3	3.263	2.303	31.4／ 73	13.5	5.8	12.9	−7.5	102.7
4	01 47.30	+05 57.6	3.272	2.309	31.3／ 73	13.1	5.6	12.9	−8.0	103.2
5	01 49.31	+06 06.8	3.280	2.314	31.2／ 73	12.7	5.4	12.9	−8.5	103.8

$m1 = 4.5 + 5 \log \Delta + 16.0 \log r$

彗星は，STEREO-B衛星で2012年1月13日に撮影された画像上にワトソンによって発見されました．バッタムズは，彗星は拡散しており，光度は明るく6等級であったことを報告しています．クラハトは，この彗星が2003年10月9日にSOHO画像上に発見後，3日間の画像上に確認されたSOHO彗星（2003 T12）

彗星ガイド・3月

と同定できることを指摘しました．この同定で，彗星は，2012年の回帰で2回目の出現を記録しました．しかし，2003年の観測がSOHO衛星のみであったため，登録番号は与えられませんでした．

次の予報軌道（NK 3080（＝HICQ 2019/2020））は，2003年から2016年までに行なわれた189個の観測から計算したものです．この彗星の観測条件は，どの回帰でも悪く，中々，地上からは捉えられません．今回の回帰では，今年5月にその近日点を通ります．4月には西の空，低空でわずかに観測可能となりますが，やはり観測条件は良くありません．しかし，この機会を逃すと，観測条件が良くなる年末には，彗星の光度は19等級まで減光しているでしょう．

T＝2020 May 6.85674 TT　Epoch＝2020 Apr. 21.0 TT

ω＝219°.77155	(2000.0)	e＝	0.7696013
Ω＝174°.57518		a＝	2.5860611 AU
i＝ 11°.01602		n°＝	0.23699866
q＝ 0.5958251 AU		P＝	4.159 years

◎HICQ 2020の発行

1987年以来，第34版目の発行となるICQコメットハンドブック2020は，1月下旬に発行されました．今年度版には，期間2019年12月23日から2021年3月7日までに21等級以上に明るくなる343個（＋1P/ハレー彗星）が採用されています．

購入は，従来どおり，クレジット・カードで，

http://tinyurl.com/cbaticq

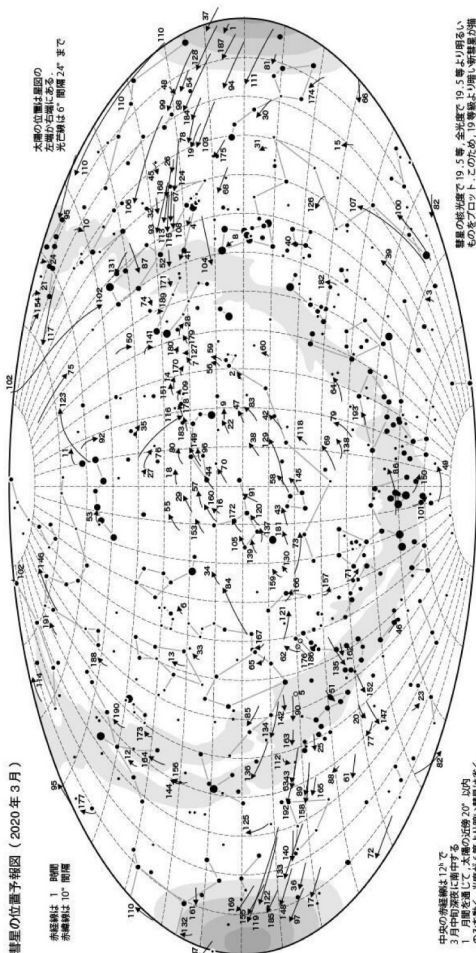
で行なえます．どうぞ，多くの方に購入されることを願っています．価格は，送料込みで20米ドルですが，多少多めに寄付していただければ助かります．

全天図の彗星の経路は毎月1日から翌月1日まで（彗星の経路図とは異なることに注意）．全天図には，全光度，あるいは，核光度で19.5等より暗い彗星は描かれていない．このため，暗い新彗星は，描かれていない可能性があることに注意．

No.	彗星名	赤経		赤緯		光度		最終観測			天文台
		h	m	°	′	m1	m2	年	月	日	CDE
1	95P=(2060) カイロン	00	11.8	+04	15	.	18.7	2019	12	19	(T08)
2	C/2006 S3 (LONEOS)	09	13.6	+01	13	19.1	20.7	2018	01	16	(F51)
3	C/2013 P3 (パロマー)	02	38.4	−62	21	19.2	20.6	2018	06	24	(Q62)
4	174P=(60558) エチェクラス	04	53.6	+18	16	.	19.6	2019	12	19	(F51)
5	P/2013 C2 (テナグラ)	17	32.7	−19	06	17.9	19.0	2019	06	29	(215)
6	C/2013 V4 (カテリナ)	15	26.3	+22	43	18.9	19.9	2018	08	06	(461)
7	302P/レモン・PANSTARRS	08	40.4	+20	05	19.3	21.6	2018	12	31	(G96)
8	C/2011 KP36 (スペースウォッチ)	05	44.8	+04	31	17.6	19.3	2020	01	04	(T08)
9	C/2014 R3 (PANSTARRS)	10	10.4	+07	15	17.7	18.7	2019	11	02	(Q11)
10	C/2014 OE4 (PANSTARRS)	02	00.7	+51	17	18.1	19.2	2019	12	28	(Q11)
11	C/2017 D3 (ATLAS)	10	37.7	+65	35	19.4	20.1	2019	03	25	(G96)
12	C/2015 T2 (PANSTARRS)	20	23.0	+34	17	19.3	20.5	2019	09	26	(461)
13	C/2017 E3 (PANSTARRS)	16	52.9	+22	23	17.9	19.2	2019	07	24	(Q11)
14	47P/アシュブルック・ジャクソン	09	09.5	+26	09	19.2	19.9	2019	12	24	(F51)
15	C/2015 V2 (ジョンソン)	02	01.7	−30	33	17.0	19.1	2019	10	27	(E94)
16	C/2014 B1 (シュワルツ)	12	40.2	+09	57	15.7	17.7	2019	12	31	(Q11)
17	P/2010 H2 (バレス)	22	46.5	−20	33	19.4	19.9	2010	07	14	(160)
18	C/2016 N4 (MASTER)	11	47.5	+25	47	18.8	19.5	2019	06	02	(J22)
19	65P/ガン	02	43.7	+14	21	16.1	20.0	2019	12	19	(F51)
20	183P/コーレビッチュ・ジュリク	19	10.7	−40	33	19.1	20.0	2019	07	06	(T05)
21	C/2016 A1 (PANSTARRS)	00	29.5	+65	13	17.5	18.8	2020	01	01	(461)
22	139P/バイサラ・オテルマ	10	29.0	+06	27	18.6	19.9	2019	02	04	(F51)
23	C/2015 V1 (PANSTARRS)	21	24.4	−55	31	18.7	19.2	2019	06	11	(Q62)
24	C/2015 X5 (PANSTARRS)	00	24.2	+60	42	18.8	20.6	2020	01	01	(461)
25	74P/スミルノバ・チェルニク	19	04.2	−24	15	17.2	18.8	2019	08	30	(I47)
26	P/2016 Q4 (コワルスキ)	03	14.9	+21	55	19.0	20.4	2016	11	19	(G40)
27	C/2017 AB5 (PANSTARRS)	11	38.4	+37	55	19.4	20.5	2019	04	25	(461)
28	C/2015 O1 (PANSTARRS)	07	45.7	+23	00	15.7	17.7	2020	01	05	(G96)
29	C/2017 K1 (PANSTARRS)	12	31.7	+20	59	19.5	20.7	2019	05	25	(461)
30	391P/コワルスキ	02	13.7	−05	52	19.1	20.7	2019	12	24	(F52)
31	C/2015 XY1 (レモン)	03	16.9	−06	29	17.6	18.8	2020	01	01	(Q11)
32	37P/フォーブズ	04	00.7	+28	00	18.9	22.1	2018	12	14	(G96)
33	C/2016 R2 (PANSTARRS)	16	35.6	+16	17	17.4	18.5	2020	01	05	(Q11)
34	240P/NEAT	14	27.7	+09	54	18.4	19.3	2019	06	25	(703)
35	159P/LONEOS	10	20.6	+40	38	18.0	20.8	2020	01	04	(J22)
36	187P/LINEAR	22	24.5	−17	14	19.1	20.0	2019	07	26	(F51)
37	C/2017 M5 (TOTAS)	23	56.6	+08	06	18.8	19.6	2019	12	02	(B74)
38	361P/スペースウォッチ	11	04.0	−04	30	19.4	19.7	2019	03	29	(215)
39	C/2016 N6 (PANSTARRS)	04	08.4	−48	23	17.6	17.8	2019	12	26	(I47)
40	C/2016 M1 (PANSTARRS)	05	31.2	−20	07	16.4	17.2	2020	01	05	(B56)
41	48P/ジョンソン	05	40.3	+21	02	19.0	20.9	2019	12	31	(I81)
42	21P/ジャコビニ・チンナー	10	20.9	−13	08	18.9	23.5	2019	04	30	(L27)
43	59P/カーンズ・クー	12	49.3	−16	33	19.0	19.4	2019	04	08	(703)
44	P/2019 A2 (ATLAS)	11	57.1	+12	38	18.1	19.4	2019	05	04	(Q11)
45	C/2018 L2 (ATLAS)	02	58.1	+27	12	18.8	19.2	2020	01	24	(H06)
46	C/2018 V1 (マックホルツ・藤川・岩本)	17	29.9	−54	30	19.2	22.9	2018	12	15	(349)
47	P/2018 Y2 (アフリカーノ)	10	13.7	+00	23	19.0	19.8	2019	03	21	(215)
48	C/2018 A3 (ATLAS)	01	14.3	+19	53	17.8	18.6	2020	01	01	(A77)
49	C/2017 M4 (ATLAS)	11	56.4	−76	37	15.4	16.7	2019	09	12	(E89)
50	223P/スキッフ	07	32.5	+44	14	19.5	20.2	2019	12	24	(J22)
51	123P/ウェスト・ハートリー	18	03.3	−30	49	18.1	18.9	2019	08	04	(349)
52	P/1996 R2 (ラーガクビスト)	05	38.6	+25	44	18.9	20.2	1997	01	12	(587)
53	C/2010 U3 (ボアッティーニ)	13	14.6	+56	07	15.7	16.4	2020	01	09	(A77)
54	29P/シュワスマン・ワハマン第1	01	12.6	+16	08	13.5	19.2	2020	01	13	(L27)
55	69P/テイラー	13	03.1	+26	11	19.3	23.5	2019	03	06	(H06)
56	78P/ゲーレルズ第2	08	49.6	+09	57	15.6	19.4	2020	01	07	(G96)
57	232P/ヒル	12	24.0	+16	18	18.0	18.4	2019	04	09	(H06)
58	373P/リナー	11	58.0	−16	10	19.3	20.9	2019	04	01	(Q11)
59	P/2017 U3 (PANSTARRS)	08	42.0	+09	34	19.5	19.9	2017	11	22	(215)
60	C/2016 X1 (レモン)	08	37.2	−08	49	17.5	18.9	2019	12	27	(Q11)
61	186P/ガラッド	20	31.0	−35	48	17.5	19.0	2019	05	26	(Q62)
62	P/2018 W1 (カテリナ)	16	25.3	−19	06	18.7	21.1	2019	08	31	(C53)
63	380P/PANSTARRS	19	42.4	−17	09	19.1	21.0	2019	07	03	(691)
64	C/2018 R3 (レモン)	09	06.8	−36	33	16.9	18.8	2019	12	06	(215)
65	231P/LINEAR−NEAT	16	32.6	−07	31	18.5	19.9	2020	01	04	(Q11)
66	C/2019 K4 (イェ)	00	16.4	−29	53	19.5	19.9	2019	12	02	(B74)
67	261P/ラーソン	04	17.0	+23	48	18.4	19.7	2020	01	24	(G96)
68	C/2019 K5 (ヤング)	04	04.4	+06	44	18.6	19.2	2020	01	19	(H06)
69	C/2020 A3 (ATLAS)	11	11.7	−33	55	18.9	19.2	2020	01	20	(Q62)
70	31P/シュワスマン・ワハマン第2	11	45.7	+07	34	17.4	18.4	2020	01	04	(J22)
71	C/2018 X2 (フィッツシモンズ)	14	53.6	−41	57	18.3	19.0	2020	01	04	(Q11)
72	P/2018 A6 (ギブズ)	23	31.3	−38	57	15.7	17.4	2019	12	26	(Q38)
73	C/2019 J2 (パロマー)	13	52.7	−21	54	18.8	19.0	2019	08	01	(A77)
74	P/2019 X1 (プルーイン)	06	32.7	+33	16	19.6	20.2	2020	01	06	(118)
75	C/2019 K8 (ATLAS)	06	30.5	+70	20	19.1	19.2	2020	01	30	(J22)
76	388P/ギブズ	11	11.6	+37	04	19.2	19.7	2020	01	04	(Q11)
77	C/2019 A9 (PANSTARRS)	19	59.2	−42	27	17.9	20.8	2019	10	19	(Q38)
78	200P/ラーセン	02	29.5	+15	25	17.9	19.7	2019	12	20	(F51)
79	P/2019 T5 (ATLAS)	10	15.4	−39	24	19.0	20.0	2019	12	30	(474)
80	163P/NEAT	11	13.0	+24	25	19.0	19.6	2012	03	14	(F51)
81	P/2018 DO4 (レモン)	00	57.0	−07	51	18.7	19.3	2020	01	01	(215)
82	C/2018 W2 (アフリカーノ)	23	41.9	−51	57	15.8	17.5	2019	12	31	(E89)
83	387P/ボアッティーニ	10	06.4	−03	18	18.4	20.1	2020	01	02	(F51)
84	A/2018 V3	15	18.7	+02	26	.	19.5	2019	10	02	(474)
85	P/2019 F2 (ATLAS)	17	56.9	−04	12	16.5	18.2	2019	12	28	(H06)
86	C/2018 KJ3 (レモン)	12	17.7	−58	48	15.9	18.1	2019	07	23	(Q62)
87	260P/マックノート	05	00.0	+37	02	15.6	18.5	2020	01	11	(A77)
88	A/2017 U7	20	11.7	−30	24	.	16.5	2019	11	27	(Q38)
89	376P/LONEOS	19	58.0	−21	18	19.1	19.6	2019	08	09	(T08)
90	175P/ハーゲンローザ	17	56.9	−17	46	18.1	18.8	2019	01	11	(L27)
91	C/2020 B3 (ランキン)	12	19.6	−03	31	19.0	19.6	2020	02	06	(I52)
92	76P/ウェスト・コホーテク・池村	10	10.1	+59	54	15.1	18.6	2020	02	03	(B74)
93	P/2019 T6 (PANSTARRS)	04	13.7	+26	55	19.3	21.1	2020	01	20	(Q11)
94	68P/クレモラ	01	09.8	+02	55	12.5	18.5	2020	01	02	(T05)
95	C/2018 N2 (ASASSN)	00	12.0	+50	08	12.1	14.5	2020	01	08	(H45)
96	155P/シューメーカ第3	11	11.6	+16	57	14.7	16.5	2020	01	06	(H47)
97	215P/NEAT	23	05.5	−14	49	17.7	19.7	2019	11	17	(Q62)
98	P/2013 T2 (シュワルツ)	01	23.5	+13	04	19.7	20.6	2013	12	11	(C10)
99	160P/LINEAR	01	06.5	+17	31	15.9	19.7	2020	01	06	(C23)
100	C/2018 F4 (PANSTARRS)	01	47.7	−52	57	12.9	17.7	2019	12	26	(Q38)
101	C/2019 Q4 (ボリゾフ)	12	53.3	−68	52	16.8	17.4	2020	01	06	(323)
102	C/2020 A2 (岩本)	04	36.5	+63	37	11.2	16.1	2020	02	07	(G20)
103	101P/チェルニク	02	33.6	+11	23	17.2	19.8	2020	01	07	(703)
104	114P/ワイスマン・スキッフ	05	33.9	+12	38	15.2	19.0	2020	01	13	(A77)
105	P/2019 Y2 (フルス)	13	30.9	−00	37	16.2	16.9	2020	02	05	(A77)
106	112P/浦田・新島	02	34.7	+29	35	18.2	19.7	2020	01	03	(L54)
107	C/2019 K1 (ATLAS)	02	47.8	−46	41	15.4	16.7	2019	12	26	(Q38)
108	203P/コーレビッチュ	04	34.3	+23	05	16.7	18.2	2020	01	02	(215)
109	228P/LINEAR	09	29.8	+24	39	18.9	19.1	2019	12	30	(A71)
110	C/2019 Y1 (ATLAS)	00	06.2	+31	53	9.7	16.2	2020	02	09	(349)
111	390P/ギブズ	00	55.9	−03	49	14.4	17.5	2020	01	11	(A77)
112	C/2017 K5 (PANSTARRS)	19	14.8	−14	03	17.2	18.6	2019	10	26	(Q11)
113	392P/LINEAR	03	57.2	+24	35	18.6	19.9	2019	12	27	(Q11)
114	A/2019 S4	23	28.9	+62	40	.	20.5	2020	01	01	(L27)
115	266P/クリステンセン	04	24.6	+24	55	18.2	19.0	2020	01	13	(A77)
116	124P/ムルコス	10	29.9	+32	49	15.8	16.7	2020	01	09	(A77)
117	C/2017 T2 (PANSTARRS)	02	27.3	+64	42	8.7	12.4	2020	01	14	(A77)
118	C/2019 C1 (ATLAS)	10	46.7	−23	24	17.0	17.5	2020	01	31	(323)
119	P/2003 T12 (SOHO)	21	56.7	−07	11	14.2	18.8	2016	05	05	(568)
120	87P/バス	12	57.3	−05	39	15.3	17.2	2020	01	05	(Q11)

彗星の位置予報図（2020年3月）

赤経線は 1 時間
赤緯線は 10° 間隔

太陽の位置は星図の
左端か右端にある．
光芒線は 6° 間隔 24° まで

中央の赤経線は 12h で
3 月中旬深夜に南中する
1 月間を通じて，太陽の近傍 20° 以内
のみを動く，光度が 6 等より暗い彗星は省く．

彗星の核光度で 19.5 等，全光度で 19.5 等より明るい
ものをプロット．このため，19 等級より暗い新彗星が描
かれていない可能性があることに注意

No.	彗星名	赤経		赤緯		光度		最終観測			天文台
		h	m	°	′	m1	m2	年	月	日	CDE
121	A/2019 K6	15	47.5	−16	35	.	19.5	2020	02	02	(568)
122	58P/ジャクソン・ネウイミン	21	56.8	−08	09	18.5	20.4	2003	06	23	(H41)
123	C/2019 Y4 (ATLAS)	09	43.8	+66	20	14.1	16.9	2020	02	03	(T08)
124	D/1894 F1（デニング）	03	14.4	+20	51	17.2	19.2				
125	C/2019 K7（スミス）	20	50.8	−05	29	15.7	16.6	2019	12	06	(A77)
126	A/2019 U6	04	04.1	−24	41	.	18.1	2020	02	05	(W88)
127	258P/PANSTARRS	08	25.0	+20	51	19.6	21.4	2012	05	21	(F51)
128	2P/エンケ	00	34.1	+09	39	15.0	18.7	2019	12	28	(G40)
129	249P/LINEAR	11	29.3	−14	24	18.1	18.7	2016	03	05	(F51)
130	377P/スカッチ	14	15.9	−16	47	19.4	19.6	2019	04	04	(F51)
131	C/2019 V1（ボリゾフ）	04	47.4	+41	13	18.3	19.7	2020	01	29	(A77)
132	A/2019 Q1	23	50.7	+13	08	.	19.0	2019	12	28	(Q11)
133	85D/ボーシン	21	38.9	−15	35	15.1	19.3				
134	115P/モーリ	18	06.4	−11	45	17.8	19.3	2011	12	16	(C32)
135	D/1884 O1（バーナード第1;①）	16	51.6	−34	03	15.0	17.0				
136	257P/カテリナ	19	05.6	−06	26	16.6	18.8	2019	05	11	(F51)
137	278P/マックノート	13	19.7	−07	34	18.9	19.2	2020	01	07	(G96)
138	296P/ガラッド	10	55.3	−38	08	18.2	18.8	2014	10	02	(585)
139	88P/ホーウェル	13	39.7	−04	57	16.2	17.4	2020	01	07	(G96)
140	254P/マックノート	21	31.2	−15	07	17.7	19.5	2012	01	27	(703)
141	D/1886 K1（ブルックス第1;②）	07	55.4	+35	41	18.2	20.2				
142	378P/マックノート	17	44.2	−14	53	17.5	19.7	2019	06	02	(A71)
143	184P/ロバス第2	19	27.8	−17	44	19.7	21.0	2014	01	03	(691)
144	C/2017 Y2 (PANSTARRS)	20	03.5	+20	34	17.1	18.5	2019	11	30	(T08)
145	91P/ラッセル第3	12	01.4	−20	37	17.7	19.6	2013	08	02	(C32)

No.	彗星名	赤経		赤緯		光度		最終観測			天文台
		h	m	°	′	m1	m2	年	月	日	CDE
146	C/2019 N1 (ATLAS)	18	43.4	+70	00	14.2	15.9	2020	02	01	(I81)
147	162P/サイデング・スプリング	19	33.0	−43	57	18.1	19.7	2019	05	30	(F51)
148	P/2009 Q4（ボアッティーニ）	22	29.1	−12	36	19.7	20.0	2010	05	28	(C51)
149	96P/高見沢	11	15.6	+18	13	18.7	20.3	2013	12	13	(W96)
150	C/2019 B3 (PANSTARRS)	11	57.6	−67	15	17.6	18.6	2019	06	23	(E94)
151	297P/ビショール	09	18.6	+27	02	17.4	17.5	2014	06	18	(Q62)
152	17P/ホームズ	18	20.3	−41	46	19.4	20.5	2019	05	09	(E10)
153	246P/NEAT	13	07.5	+16	13	14.7	15.3	2020	01	06	(A77)
154	C/2019 T3 (ATLAS)	01	14.3	+68	18	17.8	18.9	2020	02	03	(T08)
155	75D/コホーテク	22	37.1	−04	18	18.7	20.3				
156	A/2019 O3	19	59.1	+19	19	.	18.3	2019	12	01	(B74)
157	28P/ネウイミン第1	15	06.5	−31	58	16.7	18.5	2019	05	26	(215)
158	191P/マックノート	20	11.4	−21	03	19.3	19.4	2015	02	11	(K25)
159	P/2016 G1 (PANSTARRS)	14	22.3	−14	14	18.6	19.4	2016	08	09	(W96)
160	10P/テンペル第2	12	46.5	+11	56	18.6	19.0	2019	12	21	(G96)
161	A/2019 T2	22	43.8	+12	09	.	19.3	2019	12	29	(215)
162	324P/ラサグラ	16	55.9	−36	17	19.0	19.7	2016	09	05	(W96)
163	158P/コワル・LINEAR	18	41.1	−17	20	19.3	20.2	2019	07	25	(F51)
164	C/2016 Q2 (PANSTARRS)	19	47.6	+27	07	16.7	18.6	2019	10	29	(T08)
165	P/2014 F3（シェパード・ツルジロ）	20	14.5	−23	23	18.2	18.3	2015	04	19	(304)
166	C/2019 F1（ATLAS・アフリカーノ）	14	58.9	−17	28	15.0	16.8	2020	01	03	(Q11)
167	284P/マックノート	16	09.3	−07	06	18.5	19.0	2015	02	12	(215)
168	P/2008 QL94（レモン）	03	45.9	+24	31	19.1	20.9	2009	06	13	(204)
169	110P/ハートリー第3	22	34.7	−01	28	18.9	21.1	2019	07	29	(F52)
170	282P=(323137) 2003 BM80	08	52.7	+23	13	.	21.3	2014	08	27	(F51)

No.	彗星名	赤経		赤緯		光度		最終観測			天文台
		h	m	°	′	m1	m2	年	月	日	CDE
171	P/2015 F1 (PANSTARRS)	06	18.1	+26	11	19.4	19.5	2015	08	16	(E07)
172	P/2005 L1（マックノート）	13	03.9	+01	55	17.8	18.5	2005	09	15	(E12)
173	C/2018 U1（レモン）	19	15.8	+30	55	16.0	18.1	2019	12	03	(I81)
174	P/2002 T5 (LINEAR)	01	01.5	−19	38	18.4	19.2	2005	04	05	(360)
175	173P/ミラー第5	03	15.8	+07	30	18.1	21.9	2020	01	01	(215)
176	P/2005 JD108（カテリナ・NEAT）	16	19.1	−20	37	18.9	19.8	2007	11	05	(G96)
177	C/2019 L3 (ATLAS)	23	16.3	+42	34	16.1	17.6	2020	01	21	(Q11)
178	152P/ヘリン・ローレンス	09	56.4	+23	45	19.2	19.9	2014	11	21	(F51)
179	22P/コップ	08	04.9	+21	09	19.3	23.8	2016	11	29	(Q21)
180	99P/コワル第1	08	18.7	+24	35	18.4	18.8	2020	01	05	(G96)
181	44P/ラインムート第2	13	26.7	−16	54	19.5	19.9	2017	02	02	(G96)
182	C/2019 T4 (ATLAS)	06	09.1	−31	31	17.9	18.5	2020	02	04	(T08)
183	117P/ヘリン・ローマン・アルー第1	10	21.2	+21	55	17.2	18.0	2020	01	01	(T08)
184	116P/ウィルド第4	02	02.4	+13	30	19.1	19.4	2017	08	20	(568)
185	244P/スカッチ	22	45.1	−08	37	18.8	19.5	2014	04	30	(E07)
186	P/2010 TO20（LINEAR・グロイアー）	16	12.0	−21	41	18.9	20.2	2012	11	17	(C32)
187	129P/シューメーカ・レビー第3	00	40.4	+03	49	18.7	19.0	2019	09	20	(G96)
188	C/2017 K2 (PANSTARRS)	18	19.1	+48	39	15.2	16.5	2020	01	05	(Q11)
189	P/2013 YG46（スペースウォッチ）	07	03.0	+30	33	18.4	20.0	2016	05	26	(I57)
190	A/2019 U5	19	40.3	+40	27	.	19.5	2019	11	24	(461)
191	A/2019 O2	19	49.4	+65	30	.	19.7	2019	12	29	(215)
192	P/2011 U2（プレシー）	20	08.2	−15	23	19.2	20.1	2016	04	01	(W84)
193	C/2019 E3 (ATLAS)	09	46.3	−46	29	17.0	19.5	2019	12	22	(474)

「忘れない」を合い言葉に！

みなさまからの募金で
こんな支援をしています

被災地への
約18万冊の
図書寄贈

被災地域
小学校児童への
夏休み図書カード
プレゼント

陸前高田市の
「にじのライブラリー」
運営

震災遺児への
継続的な
クリスマス図書カード
プレゼント

再開校される
小中学校・高校の図書室、
および公共図書館
への支援

子どもたちが本を待っています！

大震災出版復興基金
にご協力下さい

（一社）日本書籍出版協会、（一社）日本雑誌協会、（一財）日本出版クラブ、（公社）読書推進運動協議会の出版4団体で構成する〈大震災〉出版対策本部では、被災地における読書環境と人々の心の復興を支援するため、大震災直後から、さまざまな活動を行ってきました。（活動の詳細は**http://www.shuppan-taisaku.jp/**をご参照ください）
とりわけ震災遺児への図書カードプレゼント、再開校される学校への図書支援など、子どもたちに本を届ける活動を、今後も粘り強く続けてまいります。
「被災地を忘れない」の思いを胸に皆さまとともに息の長い復興支援を続けていくため、引き続き幅広く「大震災復興基金」への募金をお願いしています。重ねて多くの皆さまの温かいご協力をよろしくお願いいたします。

寄附金の拠出は（公社）読書推進運動協議会の【大震災出版復興基金】口座へお願いします。

■口座名義：【大震災出版復興基金 公益社団法人 読書推進運動協議会】
■振込口座：①三井住友銀行 飯田橋支店 店番号 888 口座番号 普通預金 7086755
②三菱東京UFJ銀行 神楽坂支店 店番号 052 口座番号 普通預金 0121380

＊振込手数料は拠出されるご本人さまのご負担でお願い致します。
＊なお、口座名義は「（公社）読書推進運動協議会」に変わりました。
＊この件に関するお問い合わせも、（公社）読書推進運動協議会まで。
メールアドレス：kikin@dokusyo.or.jp FAX：03-5229-1560

〈大震災〉出版対策本部

誠文堂新光社の趣味・実用・専門など多彩な新刊書

継がれゆく全国各地の芸と美と技

花街と芸妓・舞妓の世界

全国各地の花街とそこに生きる芸妓や舞妓、それを支える職人たちの「いま」を、歴史や文化、芸能などさまざまな観点から紹介した一冊。

松田 有紀子
田中 圭子
山本 真紗子 著
片山 詩音
溝縁 ひろし 写真

■定価本体6,000円＋税　B5判・272頁
ISBN978-4-416-51833-5

とっておきの日に着せたい

刺繍でいろどる女の子の服

「かけがえのない子どもとの思い出」をそのまま形にした、上品でかわいい子ども服の本。実物大型紙つき。

lāpi lāpi 著

■定価本体1,500円＋税　B5変判・80頁
ISBN978-4-416-52028-4

オーブン不要で乾燥させるだけ

ねんどで作るナチュラルシックなブローチ186

オーブン不要で簡単にできるナチュラルシックなブローチ。大人のおしゃれを楽しくしてくれる作例を186個掲載しています。

fuji-gallery 著

■定価本体1,500円＋税　B5変判・96頁
ISBN978-4-416-61982-7

月、星、彗星、星雲・星団、星座をめぐって星空さんぽ

星を楽しむ双眼鏡で星空観察

天体望遠鏡よりも気軽に星を楽しむことができる双眼鏡。双眼鏡の選び方、使い方、星空観察方法が、この一冊ですべてがわかる！

大野 裕明、榎本 司 著

■定価本体1,800円＋税　A5判・144頁
ISBN978-4-416-61939-1

APeS Novels

金曜ドラマ 凪のお暇 シナリオブック

ドラマ『凪のお暇』の全話シナリオを完全収録。あの名場面、あの珠玉のセリフの数々を活字でもう一度味わえる！

大島 里美
コナリミサト 著

■定価本体1,800円＋税　四六判・380頁
ISBN978-4-416-52099-4

図解でよくわかる

2級土木施工管理技士 学科試験 2020年版

平成22年以降の問題を項目別に厳選収録。全ての選択肢に解説付き。「令和元年度学科試験」の問題と解説・解答を掲載。

井上 国博、速水 洋志、渡辺 彰、吉田 勇人 著

■定価本体2,200円＋税　A5判・440頁
ISBN978-4-416-52047-5

図解でよくわかる

2級土木施工管理技士 実地試験 2020年版

工事種類別に経験記述50例と、直近8年間の学科記述の問題と解説を収録。巻末に「令和元年度実地試験」の問題と解答試案を掲載。

速水 洋志、吉田 勇人 著

■定価本体2,200円＋税　A5判・336頁
ISBN978-4-416-52048-2

図解でよくわかる

2級土木施工管理技士 過去問コンプリート 2020年版

2級土木施工管理技士の過去問題集。平成24～令和元（2012～2019）年度の過去問8年分を収録。選択肢ごとの詳細な解説つき。

保坂 成司 監修、森田 興司、山田 慎吾、小野 勇 著

■定価本体2,200円＋税　A5判・480頁
ISBN978-4-416-52049-9

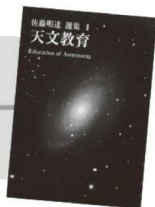
お求めはお近くの書店、ネット書店、またはブックサービス0120-29-9625（9時～18時）まで。

誠文堂新光社　東京都文京区本郷3-3-11
https://www.seibundo-shinkosha.net/
お問合せ　TEL.03-5800-5780
FAX.03-5800-5781

誠文堂新光社の自費出版サポート

あなたの「星」への思いを本にしませんか？

「天体写真作品集」や
「日食撮影遠征記」を作りたい…

長年の天文活動・研究を
記録として残したい…

書きためた天文や宇宙に関する知識を
一冊の本にまとめたい…

その他「グループでの天体写真作品集」、「天文同好会の活動記録」、「星空エッセイ」など
あなたのご要望にお応えして、本づくりのお手伝いをいたします。

無料相談受付中

天文ガイド、天文年鑑発行の当社から本を出してみませんか？

1：天文に詳しい専門の編集者が、本作りをサポート。
2：本の告知などに雑誌「月刊 天文ガイド」を活用。
3：ISBN を付ける、書店流通なども柔軟に対応。

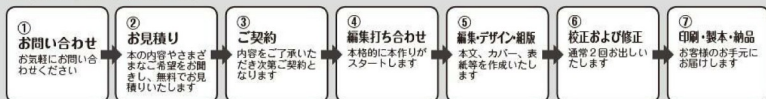
自費出版の世界は、費用もクオリティもさまざまです。また、お客様が出版を決心しても、はたしてどこに頼めばよいのか、またどのような本作りをしたらよいのか、わからないことだらけだと思います。

そんなときは、当社に、お気軽にお問い合わせください。

雑誌「月刊 天文ガイド」をはじめ、年間数多くの天文分野の本を発行している当社だからこそできることがたくさんあります。本に関するお客様の思い、ご希望のスタイル、費用の面などを真摯にお聞きし、お客様が満足される本作りに努めます。

●お問い合わせから納品までの例

お問合わせ 誠文堂新光社 自費出版相談窓口
電話 03-5800-5779 FAX03-5800-5721
http://www.seibundo-shinkosha.net/mediasupport/

誠文堂新光社刊

2020年の天文書籍

皆さんの天体観測をサポートする2020年版の天文書籍が発行になりました。
注目の天文現象を調べたり、今年1年の観測テーマを決めたり、遠征観測の日を決めたり…。
皆さんのさまざまな観測計画にお役立てください。

2020年1月10日発売予定
電子版も発売！

好評発売中！
天文ファン必携！

天文年鑑 2020年版

天文年鑑編集委員会　編

B6判　384ページ　定価：1,200円＋税

■ 毎月の星空の位置や天文現象はもちろん、日出と日没・月出と月没の時刻、各惑星の暦、彗星・小惑星、流星群の予報や観測結果のほか、天体観測に必要とされるさまざまなジャンルの情報やデータを詳しく掲載しています。天体観測を行なううえで必携の一冊です。

※本書籍の巻頭見返しの目次ページに記載の表紙写真の説明に誤りがありました。詳しくは月刊天文ガイドホームページよりご確認をお願い致します。
https://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/
※電子版の発売日を12月16日とお知らせしましたが、2020年1月10日発売予定に変更させていただきました。誠に申し訳ございませんが、何卒ご了承のほどお願い申し上げます。

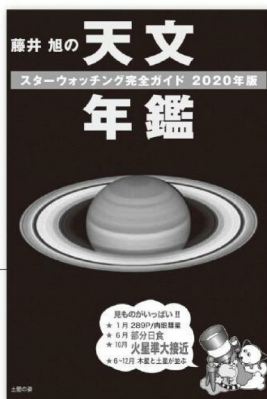
初心者でも使いやすい！

スターウォッチング完全ガイド
藤井 旭の天文年鑑 2020年版

好評発売中!

藤井 旭　著

B6判　120ページ　定価：900円＋税

■ 1年をとおして天文に慣れ親しめるように、図版と写真でわかりやすく天文現象を紹介します。天文の初心者でも手軽に愛読できるわかりやすい内容になっています。月の満ち欠けや毎月の星空ガイドのほか、惑星の動きや見ごろとなる時期なども簡単にわかります。

「星空ガイド2020」も好評発売中です！

366日の月の満ち欠けがわかる

月のこよみ 2020

相馬 充　監修

B6判　104ページ　価格：1,091円＋税

■ 1年をとおして日々姿を変えていく月を、実際に夜空を見上げて楽しむためのガイドブックです。月の満ち欠け、月の呼び名、旧暦、二十四節気、毎日の月の出没時刻、毎月の星空など役に立つ情報が満載です。「おすすめお月見日和」の項目では、美しい月が見て楽しめる日時と、その様子を紹介します。

書籍のご注文はこちらから

お近くに書店がない場合、当欄から天文ガイドのバックナンバーや書籍をご注文いただけます。送料（550円）と商品の代金をお届け時にお支払いください。

※1回のご注文で何冊でもご注文いただけます。この欄に掲載していない書籍も注文可能です。

【ご利用方法】
右の「書籍注文票」を切り取って（コピー可）お葉書・封書・FAXで下記宛先までお送りください。また、お電話でも注文を承っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

【宛先】
〒113-0033
東京都文京区本郷3-3-11
（株）誠文堂新光社
天文ガイド編集部 行
電話：03-5805-7761
FAX：03-5800-5725

書籍注文書

書籍のご注文　お近くに書店がない場合，この注文書で，天文ガイドのバックナンバーや書籍をご注文いただけます．送料（550円，1回の注文で何冊でもお送りします）と本の価格をお届け時にお支払いください．

書籍名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿：＿＿冊

書籍名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿：＿＿冊

書籍名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿：＿＿冊

書籍名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿：＿＿冊

書籍名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿：＿＿冊

お名前	年齢	男・女
住所　（〒　　－　　）		
職業（学年）	電話番号	
	E-mail	

※誠文堂新光社から上記の住所またはE-mailに今後新しい情報を送らせていただいてもよろしいですか？　はい ・ いいえ

月刊天文ガイド YouTube

これまでに本誌で紹介した動画をまとめて見られる「天文ガイドYouTubeチャンネル」です．
過去の動画だけでなく，最新動画も続々とアップロードしていきます．ぜひご視聴ください!

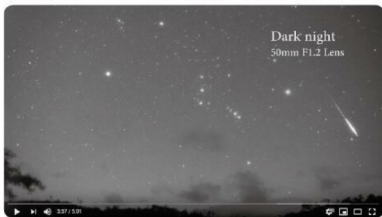
天文ガイド2020年1月号

土星食のリアルタイム動画

2019年7月16日の明け方（チリ標準時，UTC-4H）に南米大陸の一部で見られた，月による土星の掩蔽（土星食）をリアルタイム動画でとらえた迫力の映像です．

天文ガイド2019年10月号

月明下と暗夜でとらえた流星群動画の比較

月明の中で極大期をむかえた2019年ペルセウス座流星群と，月明のない暗夜で流星群をとらえた比較動画です．

天文ガイド2019年9月号

及川聖彦氏による星雲・星団動画

及川聖彦氏が撮影した肉眼で見ているかのような臨場感ある星雲・星団の動画です．星座案内→位置案内→星雲・星団クローズアップ撮影の一連の流れでとらえています．

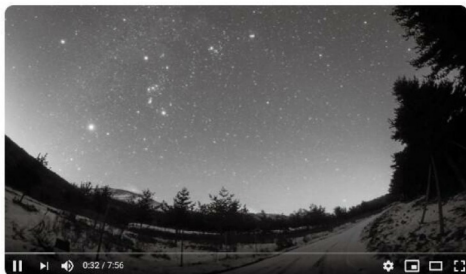
天文ガイド2019年8月号

熊森照明氏による木星像

天文ガイドで惑星関連記事を執筆する熊森照明氏がとらえた，2019年6月25日の木星像．撮影した動画から画像処理を経て，高品質な惑星画像とする過程を動画で紹介しています．

天文ガイド2019年7月号

超高感度ウェアラブルカメラの星空動画

2019年7月号で紹介したSiOnyx（サイオニクス）の超高感度ウェアラブルカメラ「AURORA」でテスト撮影した星空のリアルタイム動画です．

天文ガイド2018年12月号

ソフトフィルターを使ったタイムラプス動画

冬の星空をとらえたタイムラプス動画です．カメラレンズにはソフトフィルターやガラスフィルター，ゼラチンフィルターを使用して撮影しています．

天文ガイド YouTubeチャンネル で検索！

天文ガイドホームページのリンクからご視聴ください． youtube.com/tenmonguide

月刊 天文ガイド ONLINE STORE

天文ガイドによる天文アイテムのONLINE STOREです.
このページで紹介した商品は下記のWebページからご購入いただけます.
天文ガイドONLINE STORE *https://tenmonguide.thebase.in/*

赤道儀アダプター付属
FEISOLカーボン三脚

FEISOL社はカーボン三脚で知られる台湾のメーカーで，近年，台湾を中心に天文ファンの間で人気が高まっています．同社のCT-3372三脚は最大伸長時148cm，折り畳み時62cm，重量1.72kgと，遠征撮影で使い勝手のよいカーボン三脚．この三脚にタカハシ，ビクセン，iOptronの各種赤道儀を搭載可能なマウントアダプターを付属したのが，今回，天文ガイドONLINE STOREで発売するアダプター付属セット．マウントアダプターは台湾のクラフトメーカー「星星工廠」がFEISOL社と提携して製造．手軽な仕様ながら，赤道儀を確実に固定します．対応する赤道儀は下記のとおりです．

ビクセンAP赤道儀仕様．CT-3372三脚は伸縮3段タイプで，耐荷重は30kg.

【赤道儀アダプター付属 FEISOLカーボン三脚セット】

製造元：FEISOL社／星星工廠
価格：いずれも65,500円．キャリーバッグ付属（税別）
※送料別

- タカハシEM赤道儀タイプ（EM-1，2，10，11対応）
- タカハシP-2赤道儀タイプ（P-2シリーズ）
- タカハシPM-1赤道儀タイプ
- ビクセンAP，SX赤道儀タイプ（AP，SXP対応）
- iOptron CEM赤道儀タイプ

タカハシEM赤道儀タイプのマウントアダプター

タカハシPM-1赤道儀タイプのマウントアダプター

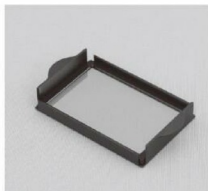
タカハシPM-1赤道儀タイプ．ほかにもタカハシEM赤道儀タイプもある.

ビクセンAP赤道儀タイプのマウントアダプター

OPTOLONG

光害カットフィルター

株式会社サイトロンジャパンが取り扱う「OPTOLONG」ブランドの光害カットフィルター．OPTOLONGはKunming Yulong Optical＆Electronics Technlogy社の写真撮影用フィルターのブランドで，1999年の創業以来，高品位のフィルターを供給してきたメーカー．干渉計による面精度の測定，島津製作所製分光光度計による分光特性のチェックを全数に渡って行ない，高い品質を維持している．今回，天文ガイドONLINE STOREで発売するのは光害カットフィルターのL-Pro（3タイプ）と77mm径のClear Sky Filterで，水銀灯，ナトリウム灯の光害輝線をカットし，OIII（496nm＆500nm），Hα（656nm）などの輝線を透過，高コントラストで星雲などの撮影が可能なフィルターとなっている．

L-Proフィルター
2インチタイプ：22,680円（税込）

L-Proフィルター
キヤノン・フルサイズタイプ：34,344円（税込）

L-Proフィルター
キヤノン・APS-Cサイズタイプ：31,212円（税込）

Clear Sky Filter 77mm
28,944円（税込）

【OPTOLONG 光害カットフィルター】

発売元：株式会社サイトロンジャパン

※いずれの商品も，望遠鏡販売店「シュミット」（http://www.syumitto.jp/）でも購入可能です．

地上＋天体兼用

PalPANDA UDx

ユニバーサルデザイン・スマホ天体望遠鏡

素材にカートン紙を採用した組み立て式の望遠鏡．接眼レンズにスマホやタブレットのカメラを固定して，複数の人で正立像を観望できるのが最大の特徴．2倍バローレンズと全コバ面黒塗り正立天頂プリズムが付属．

【PalPANDA UD×
天文ガイド特別パッケージ】

価格：12,000円（税込）※送料別
発売元：三協紙工有限会社
天文ガイドロゴ入りPalPANDA UDx

最新&詳細な探査機画像を反映．最新の火星像がわかる．

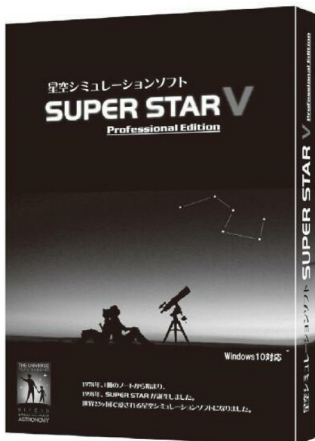
リアルな「火星儀」が誕生!

NASAの探査機により撮影された，最新かつ詳細な火星の画像，これらを精密に反映した火星儀が，このたび誕生しました．日本で唯一火星儀を手がける，渡辺教具製作所によるものです．日本語と欧文併記で300以上の地名を記載したリアルな火星儀です．とくに，京都の花山天文台3代目台長で20年にわたる正確な観測を手書きの記録で残した宮本正太郎博士のMiyamotoと，民間の火星研究者で東亜天文学会会長も務めた佐伯恒夫氏のSaheki，2名の日本人の名がついたクレーターがあるので必見です！

【火星儀】

定価14,040円（税込）※送料別

発売元：株式会社渡辺教具製作所

火星儀

星空シミュレーションソフト

SUPER STAR V 発売中

望遠鏡やカメラも制御できる星空シミュレーションソフト「SUPER STAR」が大幅に機能を向上，最新バージョン「SUPER STAR V」が登場しました．天文ファンが使いやすいユーザーインターフェースに徹底的にこだわったシミュレーションソフトです．わかりやすく軽快な操作と快適なスピードで，目的の天体をすばやく自動導入することができます（詳しくは本誌2016年9月号p.138を参照ください）．

【SUPER STAR V】

定価12,000円（税込）※送料別（発売元：Seeds Box）

望遠鏡ショップ，SUPER STARホームページ（*http://www.sstar.jp/*）でも購入可能です．

advertisement index

月刊天文ガイド　広告索引

●広告掲載商品・内容については、直接各社へお問い合わせ下さい。
その際には、「天文ガイドを見て」とお伝え下さい。
●商品価格、在庫などの状況は、発売時期などによって掲載内容と異なることがあります。ご了承下さい。

●カラー広告

●1色広告

広告掲載については、以下までご連絡ください。

株式会社誠文堂新光社

〒113-0033　東京都文京区本郷 3-3-11
TEL 03-5800-3612／FAX 03-5800-5721
URL http://www.seibundo-shinkosha.net/

メールでもお問合せいただけます
詳しくは、誠文堂新光社ホームページ
「広告掲載のお問合せ」をご覧ください。
(天文ガイドのページからも入れます)

応募用紙は天文ガイドホームページ(http://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/)より、ダウンロードできます。

天体写真応募用紙

作品タイトル:	応募部門に○印を付けてください。ビギナーの部は入選経験が3回未満の方が応募できます。	一般の部　ビギナーの部 観測写真の部　コメットファイル	入選経験　有／無
フリガナ 氏名:	年齢:　歳　男/女	職業, 学年:	※誌面には掲載しません
住所:〒 □□□-□□□□	都道府県		
電話番号: ※誌面には掲載しません	e-mail アドレス:		※誌面には掲載しません
所属同好会など:	Webサイトやブログをお持ちの方はURLをご記入ください:		※誌面には掲載しません

撮影地:　都道府県　市町村	観測所名など:

撮影年月日: 20　年　月　日	露出開始時刻:　時　分　秒 (JST) ～	海外撮影の場合は現地時刻で記入

写真レンズのデータ

レンズ名:	(撮影焦点距離:　mm, 絞り:F　)	フィルター名:

天体望遠鏡のデータ

鏡筒機種名:	(メーカー:　)	形式名:	参考:屈折, ニュートン式反射など
口径:　mm, 焦点距離:　mm, F値:	撮影方法: 当てはまるものを○で囲む 直焦点撮影/拡大撮影/コリメート撮影/その他		
併用レンズ	当てはまるものを○で囲む レデューサー/エクステンダー/フラットナー/テレコンバーター/アイピース/その他　(製品名:　)		
	望遠鏡に装着したときの合成焦点距離:　mm,　合成F値:		
フィルター名:	備考		

架台とガイディングのデータ

当てはまるものを○で囲む 追尾撮影/固定撮影/その他(　)	当てはまるものを○で囲む 赤道儀/経緯儀/写真三脚/その他(　)	
架台機種名:	(メーカー:　)	
ガイド鏡:口径　mm, 焦点距離　mm	オートガイドカメラ:	オートガイドソフト:
備考 ※説明やアピールなどご自由に記入してください		

デジタルカメラによる撮影

カメラ名:	ISO感度:	ホワイトバランス:	当てはまるものを○で囲む JPEG/TIFF/RAW
露出:　分　秒 ※1コマの露出時間	合成フレーム数:　コマ	モザイク枚数:　枚	総露出時間:　分　秒
備考 ※説明やアピールなどご自由に記入してください			

CCDカメラ・CMOSカメラ・PCカメラ・ビデオカメラによる撮影

カメラ名:	(メーカー:　)	冷却温度:　℃	総露出時間:　分　秒
L画像:(フィルター名　) 露出　分　秒×　コマ×　枚モザイク			備考
R画像:(フィルター名　) 露出　分　秒×　コマ×　枚モザイク			
G画像:(フィルター名　) 露出　分　秒×　コマ×　枚モザイク			
B画像:(フィルター名　) 露出　分　秒×　コマ×　枚モザイク			
カラー画像:(フィルター名　) 露出　分　秒×　コマ×　枚モザイク			※説明やアピールなどご自由に記入してください

フィルムカメラによる撮影

カメラ名:	フィルム名:	増感現像:	露出:　分　秒

画像処理とプリント

画像処理ソフト名:	プリンター名:	プリンター用紙名:

●天体写真の応募の宛先は, 〒113-0033 東京都 文京区 本郷 3-3-11 (株)誠文堂新光社・天文ガイド編集部「読者の天体写真」係です. 速報などの緊急を要する写真は, 封筒の宛先の近くにその旨や内容をお書き添えください. 月号ごとの締め切り日はとくに設けておりませんが, 撮影後はなるべく速やかにご応募ください. 詳しい応募要項, 版権や二重応募に関する重要事項などは「読者の天体写真」のページの応募規定を併せてご覧ください.

HOME PAGE

https://www.seibundo-shinkosha.net/
誠文堂新光社ホームページ

小社で現在刊行されている書籍，雑誌，MOOKの新刊案内や検索ができます．出版物がお近くの書店にない場合は，このホームページから注文していただくことも可能です．

https://www.seibundo-shinkosha.net/tenmon/
天文ガイドの情報はこちら

最新号の内容紹介を中心に，毎月の星空，天文関連のニュースなどを紹介しています．各コーナーへの投稿やご意見・ご希望などのメールは，専用フォームよりお気軽にお送りください（ご質問に対して直接本人宛のお答えはいたしません）．

FROM THE STAFF

●日暮れがだんだん遅くなって，オリオン座も気付けば天頂を過ぎているようになりました．今住んでいる部屋は窓からの見晴らしがわりとよく，太陽や月の出没位置の変化もわかって気に入っており不満はないのですが，先日遊びに行った知人宅にはマンションの住人共有のルーフバルコニーのようなスペースがあり，ちょっとうらやましくなりました．「ここ望遠鏡も置けるし観望会できるんじゃ…」と考えてしまうのが悲しい性です．（中野）

●この4月号にて，松原隆彦先生の「宇宙を創る法則」が終了いたしました．宇宙の微調整問題というものを知れば知るほど，この宇宙に生命が誕生した奇跡を感じざるを得ませんでした．個人的にSFブームなので，「超知性」や「シミュレーション宇宙」が本当にあったら!? って思うとワクワクしてきます．先生による新たな連載も計画中ですので，また先生の原稿が本誌で読める日を楽しみにしていただければと思います．（庄司）

●2月末開催予定だった光学機器の展示会「CP+」が新型コロナウイルスの影響を考慮して開催中止に．望遠鏡をはじめ天文関連機器が数多く出展するイベントで，しかたがない事情とはいえ，中止は非常に残念．さて，池内了先生，阪本成一先生に10年以上にわたりご執筆いただいた連載が今号で完結となりました．サイエンスで物事を見る視点，天文学の現場の最前線をご紹介いただきました．この場を借りて両先生に感謝を申し上げます．（佐々木）

月刊 天文ガイド 2020年4月号 毎月5日発売

2020年3月5日発行・発売　第56巻第4号（通巻674号）

発行人　小川雄一
編集人　柏木文吾
編集長　佐々木 夏
発行所　株式会社 誠文堂新光社
〒113-0033　東京都文京区本郷3-3-11
■編集　電話03-5805-7761　FAX03-5800-5725
■広告　電話03-5800-3612　FAX03-5800-5725
■販売　電話03-5800-5780　FAX03-5800-5781

月刊 天文ガイド

追加開催決定!!

惑星写真撮影講座 参加者募集！

Astro Photography

2019年6月に開催し，大好評だった天文ガイド主催「惑星写真撮影講座」を追加開催します．本誌の惑星写真撮影関連の連載記事でおなじみの写真家・熊森照明さんを講師に招き，これから惑星写真を撮りたいビギナー向けの講座を行ないます．

2020年は火星準大接近のほか木星や土星などが見ごろとなります．本格的な惑星写真撮影に興味がある方に最適な内容です．たくさんの方のご参加をお待ちしています！

※開催内容は2019年6月1日，6月22日に開催された講座と同様です．
また，今回は東京のみでの開催となります．予めご了承のうえご応募ください．

講師は本誌の惑星写真撮影の連載記事を執筆する熊森照明氏．自宅でできる惑星写真の撮影方法をレクチャーいただきます．

熊森照明氏撮影の木星（2019年5月撮影）．本格的な惑星写真の撮影から画像処理工程を初めての人にもわかりやすく紹介します．

参加募集！

天文ガイド主催

熊森照明氏「惑星写真撮影講座」参加者募集

惑星写真で知られる天体写真家・熊森照明さんに惑星写真の撮影から画像処理までの工程を教わる写真撮影講座です．惑星の写真を撮るために必要な光学系，撮影するために必要な機材，撮影方法の基礎，そして，撮影した画像を本格的な惑星写真に仕上げるまでの画像処理の工程を紹介いただきます．むずかしい印象もある惑星写真ですが，熊森照明さんが，これから初めて惑星写真を撮る人向けに，撮影方法の基礎とポイントを紹介します．

これから惑星写真を撮ってみたい方，また本格的な惑星写真撮影のテクニックを学びたい方に最適な内容です．ぜひご参加ください．

※開催内容は2019年6月1日，6月22日に開催された講座と同様です．また，今回は東京のみでの開催となります．予めご了承のうえご応募ください．

【日時】3月28日（土）13時30分〜16時
【会場】株式会社ケンコー・トキナー本社ビル 7F　東京都中野区中野 5-68-10 KT 中野ビル
【講師】熊森照明（天体写真家・月惑星研究会）
【内容】「惑星写真 撮影と画像処理の基本」
【参加費】5000円（当日，会場にてお支払いいただきます）
【定員】30名（先着順）
【申込み】天文ガイド E-mail **tenmonguide@seibundo.com** 宛にメール，またはハガキに下記を記載のうえ，お申込みください．
要記載事項：氏名／年齢／住所／連絡先（電話番号）
※メールでお申し込みの際，迷惑メール設定などで編集部からの参加受付完了の返信メールが届かない場合がございます．
1週間以上返信が届かない場合，お手数ですが天文ガイド編集部までお電話にてご連絡をお願い致します．
【問合せ】月刊 天文ガイド『惑星写真撮影講座』係　〒113-0033 東京都文京区本郷 3-3-11 月刊 天文ガイド編集部
電話 03-5805-7761　E-mail：tenmonguide@seibundo.com

お待ちしております！

※申し込み状況により開催中止となる場合があります．予めご了承ください．

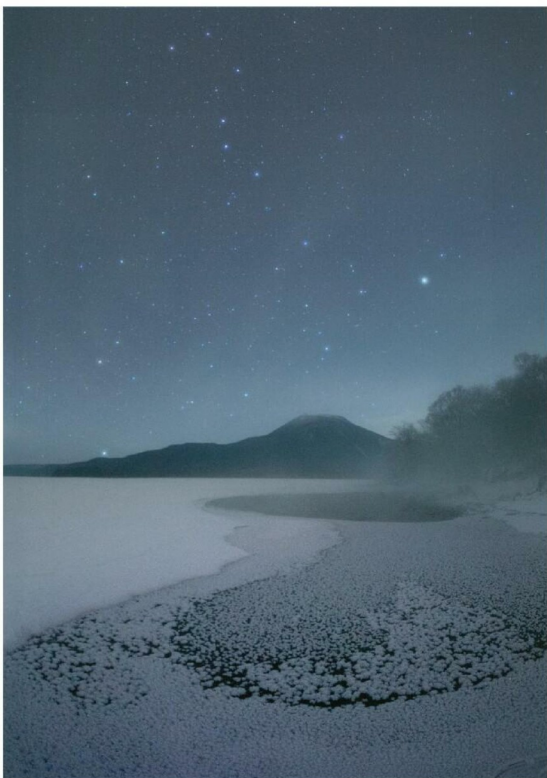
一般の部

デジタルカメラ，PCカメラ，冷却CCDカメラ，ビデオカメラおよびフィルムカメラで撮影した作品のコンテスト部門です．

フロストフラワーが咲く頃

西澤政芳（北海道札幌市 51歳）

2020年1月19日00時54分58秒 タムロン SP 15-30mm F2.8 Di VC USD（f15mm 絞りF2.8）キヤノンEOS 6D MarkII（ISO 10000，TIFF）露出25秒 Photoshp CCで画像処理 エプソンPX-H9000出力 撮影地／北海道・阿寒湖（星景写真@北海道）

► 北斗七星からうしかい座のアークトゥルスを極寒期の阿寒湖の上空にとらえた作品です．優美なスカイラインを描く山は雄阿寒岳です．阿寒湖の一部は温泉が湧出していて極寒期でも凍結しないエリアがあり，極寒期の風のない日は，そこから立ち上る水蒸気が霜の結晶として成長します．フロストフラワーとよばれるこの結晶は自然写真愛好家にとても人気があります．それにしても美しい作品です．北斗七星，アークトゥルス，雄阿寒岳，林，凍結していないエリアから昇る湯気，フロストフラワー……絶妙なコンポジションと色あいで見る者を魅了します．

昇るオリオンを見上げて　木村洋介（宮城県石巻市 41歳）

2019年12月31日18時21分 シグマ24mm F1.4 DG HSM（絞りF2.0）キヤノンEOS R（ISO 4000, WB/3800K, RAW）露出15秒 SILKYPIX Pro 8で画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100出力 撮影地／宮城県石巻市・牡鹿半島

灯台の灯り，冬星の輝き　川村浩輝（愛知県日進市 55歳）

2019年12月25日02時56分 タムロンSP 15-30mm F2.8 Di VC USD（f15mm 絞りF2.8）Lee ソフト#1フィルター ケンコー スカイメモSポータブル赤道儀（0.5倍速）キヤノンEOS 6D（IR改造, ISO 4000, RAW）露出40秒×4枚モザイク Photoshop CCで画像処理 デジタルプリントサービス 撮影地／愛知県田原市日出町

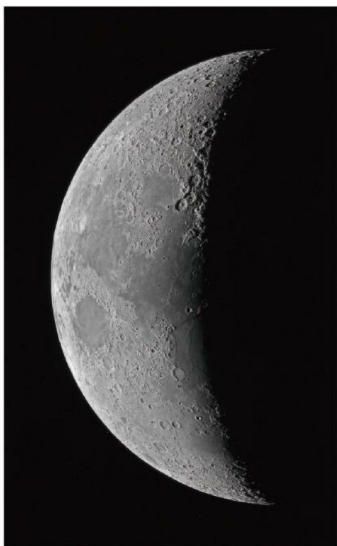
▶ 3点合評　木村さんの作品は，洋上に昇るオリオン座を金華山からとらえたものです．月齢5.2の月に南西方向から照らしだされた雲と前景のベンチがよい雰囲気を作りだしています．画像処理で恣意的に青く演出した作品とは違う"天然もの"の青さも好ましいものです．
川村さんの作品は，冬のダイヤモンドと天の川が沈む光景を伊良湖岬灯台からとらえたものです．ここは2019年11月号で竹下育男さんが最優秀作品「潮騒の天の川」を撮影した場所として記憶に新しいですが，夏と冬では，星空を含めてずいぶん印象的が異なるものです．
関さんの作品は，川村さんの作品にも写っている冬のダイヤモンドと天の川を南半球のオーストラリアからとらえたものです．星座や天の川の傾きの違いをご覧ください．漂っている雲はプラス要素として働き，広い星空を写し出した星空風景に"ライブ感"を補っています．

真夏の大晦日　関 謙一郎（神奈川県横須賀市 52歳）

2019年12月31日01時12分（現地時刻）AF-S フィッシュアイ ニッコール8-15mm F3.5-4.5E ED（f15mm 絞りF4.5）Lee ソフト#1フィルター ユニテック SWAT-350 V-specポータブル赤道儀 ニコン D810A（ISO 3200, RAW）露出1分 Lightroomで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100S出力 撮影地／オーストラリア・クイーンズランド州（川崎天文同好会）

星空へ　山野井 理（栃木県下都賀郡壬生町 55歳）

2020年1月3日00時44分 AF-Sニッコール 14-24mm F2.8G ED（24mm 絞りF2.8） ニコンD850（ISO 8000, WB/3700K, RAW） 露出30秒 Photosop CS6で画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100S出力 撮影地／沖縄県国頭村・辺戸岬（日光・三本松天体写真クラブ）

▶ 沖縄本島の北端の辺戸岬から眺めた沈むカシオペヤ座の天の川です．漂っている黒っぽい雲が暗い洋上の星空を感じさせます．

月齢6.2　柴田浩一（大阪府堺市 59歳）

2020年1月1日18時35分 ミードLX200-300（D300mm f3000mm F10 シュミット・カセ）ミードLX200赤道儀 ZWO ASI 174MMモノクロCMOSカメラ 露出1/100秒×1000コマ×12枚モザイク AviStack2ほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10S出力 撮影地／大阪府堺市

▶ 30cmシュミット・カセによる12枚モザイクでとらえた月齢6.2の月の全景です．解像はもちろん，破綻のない諧調もお見事です．

天体写真応募規定

応募方法　応募は一度に3点以内とします．カラースライドの場合は，スライドマウントにマウントするか透明スリーブに入れてください．枠ないしスリーブには，応募用紙と照合するための適当な番号と，氏名を必ず記入してください．プリントの場合は，2L～A4判(印画紙の場合はキャビネ判～四つ切りワイド判）にプリントしてご応募ください．ネガのままや，デジタルデータのままでの応募は一切受け付けておりません．輸送時に破損しないよう，厚手のボール紙などを同封してください．郵便，宅配ともに受け付けています．

応募用紙　本誌の広告ページに応募用紙があります．切り取るかコピーして，わかるデータをすべて記入し，写真の裏かスライドマウントにテープで貼ってください．

電子版での掲載　入選となった写真は電子版にも掲載となります．予めご了承ください．なお，本欄へのデジタルデータでの応募は受け付けておりません．

作品の返却　カラースライドに限り返却いたします．返却をご希望の方は，住所·氏名(様までお書きください）を記入した切手を貼った(書留をご希望の場合は430円の切手を追加）返信用封筒を同封してください．応募用紙は返却いたしません．

賞金と賞品　入選の方には賞金5,000円（ビギナーの部は2,000円）を進呈いたします．最優秀作品賞には5,000円，努力賞，アイデア賞などは2,000円の賞金が追加されます．なお，2015年12月号よりお支払い方法が変わりました．詳しくは入選時にお知らせいたします．

その他　入選の如何にかかわらず，お送りいただいた作品の版権はあくまでも作者に帰属します．本誌では二重使用はいたしません．ほかの目的に作品を使わせていただく場合は，あらためてご連絡してご承諾を得てから使用し，原稿料をお支払いいたします．他誌との二重応募はご遠慮ください．データが異なっても酷似した作品は二重応募とみなします．

送り先　〒113-0033　東京都文京区本郷3-3-11
誠文堂新光社「天文ガイド」読者の天体写真係

※締め切り日はとくにもうけておりません．毎月月末に審査します．
天文現象の速報は，他のページに掲載させていただく場合がございます．

今月の
最優秀
作品

オリオン大星雲　草野敬紀（佐賀県嬉野市　48歳）

2019年11月29日23時11分35秒（ほか3夜）タカハシμ-250CRS（D250mm　f2500mm　F10補正ドール・カーカム）レデューサー（合成F7.3）昭和機械New20EL赤道儀　D60mm f700mmガイド鏡＋Atik 16IC＋MaxIm DL5による自動ガイド　SBIG STL-11000M/C2冷却CCDカメラ（−30℃）アストロドンIシリーズ トゥルーバランス3色分解フィルター　露出L（10分×14コマ＋5×22＋1×10＋0.25×11）：R（L画像と同じ段階露出で計65.25分）：G（同，計65.5分）：B（同，計70.5分）LRGBカラー合成　総露出7時間44分　ステライメージ8ほかで画像処理　キヤノン PIXUS PRO-10S出力　撮影地／佐賀県太良町（佐賀天文協会・長崎県天文協会）

► 25cm F7.3鏡＋フルサイズ冷却CCDでとらえたM42の詳細です．L画像だけでなくRGB画像にも多くの露出時間を費やしています．多段階露出＋HDR処理＋ウェーブレット処理による見事な作品です．

ぎょしゃ座の超新星残骸

森本岳男（静岡県掛川市 50歳）

2019年10月25日21時45分（ほか19夜） セレストロンRASA8（D200mm f400mm F2 アストログラフ） タカハシEM-200赤道儀 D60mm f240mmガイド鏡＋ASI 034 MC＋SS-oneオートガイダーによる自動ガイド ZWO ASI 1600MM-cool冷却CMOSカメラ（－10℃） オプトロンHα，OⅢフィルター 露出Hα（6分×134～189コマ×3枚モザイク）：OⅢ（6×173～179×3） 疑似カラー合成（RはHα，GはRとBの暗合成，BはOⅢ） 総露出102時間24分 PixInsightほかで画像処理 キヤノンPIXUS TS-8030出力 撮影地／静岡県掛川市

▶ ぎょしゃ座の北西に位置する超新星残骸SNR G156.2+5.7です（数字は銀経・銀緯を表わしています）．ドイツのX線天文衛星ROSATによって1991年に発見された比較的近傍のSNRで，視直径は約2×2°と大きく，全天でトップ10に入る強いX線を放っています．この暗く興味深いSNRを天文アマチュアがカラーでこれほど鮮明にとらえたのは，おそらく世界でも例がないと思います．外周をとりまくHα線を放つ細いループの明るい部分（たとえば左下や上の部分）が写っています．AOO疑似カラー合成法も独自の解釈で工夫しています．撮影者は「RASAを買った最大の目的はこれを撮るためでした」とのべています．大傑作！

Sh2-308 ミルクポット星雲

平内隆司（兵庫県西宮市 42歳）

2020年1月3日20時00分 セレストロンRASA8（D200mm f400mm F2 アストログラフ） タカハシEM-200赤道儀 D42mm f75mmガイド鏡＋QHY5L-ⅡM＋PHD2による自動ガイド ZWO ASI 1600MM PRO冷却CMOSモノクロカメラ（－10℃，ゲイン300） Hα，OⅢフィルター 露出Hα（4分×30コマ）：OⅢ（4分×53コマ） AOO疑似カラー合成 総露出4時間08分 ステライメージ8ほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10S出力 撮影地／岡山県美作市・大芦高原（豊中天文同好会）

▶ おおいぬ座のお腹の辺りに位置する「ミルクポット星雲」を明るいアストログラフを使ってHα線とOⅢ線で撮影し，AOO疑似カラー合成した作品です．以前は難物の一つとされていましたが，最近は輝線付近のみを透過し，カラーカメラにも使えるフィルターが発売され，デジカメでもとらえられるようになってきました．ところで「ミルクポット」という愛称が本誌に最初に登場したのは，2015年4月号の荒井俊也さんの作品のタイトルでした．

Abell 21 メデューサ星雲

小野 厚（千葉県流山市 60歳）

2020年1月21日19時00分 タカハシμ-250CRS（D250mm f2500mm F10 補正ドール・カーカム式反射）CR0.73×（合成F7.3）ビクセンAXD赤道儀 D45mm f325mmガイド鏡＋QHY5Ⅲ290M＋PHD2による自動ガイド QHY 16200A冷却CCDカメラ（−20℃）アストロドンHα5nm，OⅢ5nmフィルター 露出Hα（10分×22コマ）：OⅢ（10×25）AOO疑似カラー合成 総露出7時間50分 PixInsightほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100出力 撮影地／千葉県流山市（東葛星見隊，JAL）

▶ 2点合評　小野さんの作品は，ふたご座の南部に位置する古い惑星状星雲Sh2-274（Abell 21）を25cm F7.3鏡＋冷却CCDカメラを使ってHα線とOⅢ線で撮影し，AOO疑似カラー合成した作品です．長時間露出によって，北西に淡く広がったフィラメント構造や，内側の酸素輝線の青色の光芒まで非常によく写っています．愛称の「メデューサ」は，フィラメント状の星雲の形から，ギリシア神話でおなじみのメデューサの髪の毛にちなんで付けられたものです．

平中さんの作品は，比較的明るい反射星雲IC2188をF3.3の明るいアストログラフ＋IR改造デジカメによる長時間露出でとらえたものです．青白い反射星雲（分子雲）はもとより，同じ方向に見えるHⅡ領域の赤い散光星雲もよく写し出されています．それにしても，作品を上下逆さまに見ると，本当に表題どおりの「魔女の横顔」に見えますよね．

魔女の横顔

平中伸治（大阪府岸和田市 54歳）

2019年12月28日21時16分（ほか1夜）タカハシε-130D（D130mm f430mm F3.3 アストログラフ）ビクセンSXP赤道儀 D30mm f75mmガイド鏡＋M-GENによる自動ガイド キヤノンEOS 6D（SEO-SP4改造，ISO 3200，WB/オート，RAW）露出3分×27コマ＋4分×37 総露出3時間49分 ステライメージ8ほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10出力 撮影地／和歌山県すさみ町（大阪あすとろぐらふぃ〜迷人会）

おうし座かに星雲3態

山田 実（大阪府豊中市 57歳）

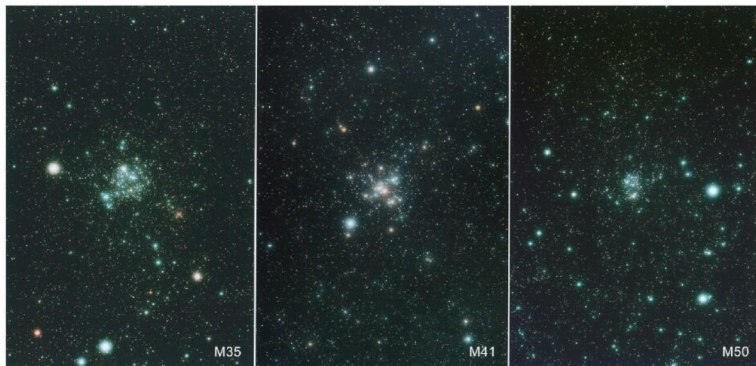
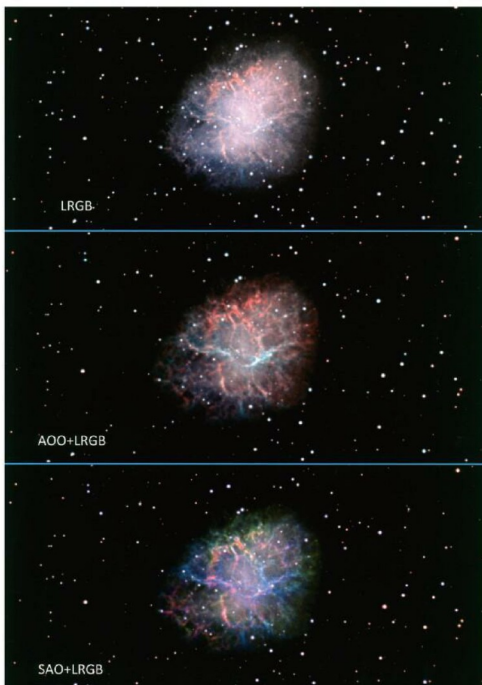
2020年1月1日20時00分35秒（ほか10夜）タカハシμ-180C（D180mm f2160mm F12 ドール・カーカム式反射）μフラットナーレデューサー（合成F9.8）タカハシEM-200 Temma 2Z赤道儀 ZWO ASI 183MMモノクロCMOSカメラ（－20℃）IDAS LPS-D1フィルター，ZWO RGBHαOⅢSⅡフィルター 露出LPS-D1（10秒×2427コマ）：R（10秒×843）：G（10秒×749）：B（10秒×830）：Hα（30秒×514）：OⅢ（30秒×552）：SⅡ（30秒×561） 総露出27時間01分40秒 疑似カラー合成法は画像中に表示 AutoStakkert!3ほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100S出力 撮影地／大阪府豊中市

▶ 2点合評　山田さんの作品は，18cm F9.8鏡＋CMOSカメラを使い，ラッキーイメージング法で，約13.5時間のLRGB画像と，4.3時間のHα画像，4.6時間のOⅢ画像，4.7時間のSⅡ画像からいろいろなカラー合成を試みたものです．連続光と単色光の疑似カラー合成画像をミックスする意義は学術的には希薄ですが，星雲の構造をわかりやすく見せる働きはあると思います．

中嶋さんの作品は，10cm F4の明るい屈折望遠鏡を使い，光害カット用としてサイトロンのクァッド バンドパス フィルターを使い，輝星を目立たせるためにソフトフィルターを使って，冬の散開星団を撮影したものです．

冬の散開星団

中嶋秀夫（石川県金沢市 65歳）

2019年12月9日02時27分 ペンタックス100SDUFⅡ（D100mm f400mm F4 屈折）ケンコープロソフトン[A]，サイトロンQBPフィルター セレストロンAdvanced VX赤道儀 M-GENによる自動ガイド ZWO ASI294MC Pro 冷却CMOSカラーカメラ（－15℃，ゲイン300） 露出各2分×10コマ 総露出各20分 Photoshop CCで画像処理 エプソンEP-10VA出力 撮影地／石川県金沢市（金沢星の会）

M33 長尾昌樹（香川県綾歌郡宇多津町 50歳）

2019年11月30日20時40分00秒 タカハシFSQ-106ED（D106mm f530mm F5 屈折）タカハシEM-200 Temma2 Jr赤道儀 D60mm f240mmガイド鏡＋Superstar＋MaxIm DL5による自動ガイド キヤノンEOS 6D（SEO-SP4改造，ISO 3200，RAW）露出（3分30秒×18コマ＋3分×20＋2分30秒×14＋2分×5）総露出2時間48分 ステライメージ7ほかで画像処理 エプソンPX-5600出力 撮影地／高知県吾川郡いの町（飛鳥天文同好会，西日本天文同好会，神野山がま口壊れ隊）

M81とM82 丸川 元（千葉県流山市 69歳）

2020年1月21日21時58分 タカハシε-130D（D130mm f430mm F3.3 アストログラフ）タカハシEM-200 Temma2M赤道儀 D40mm f240mmガイド鏡＋SX Lodestar＋MaxImDLによる自動ガイド ZWO ASI183MM Pro冷却CMOSモノクロカメラ（−2.5℃）アストロドン Gen2 Eシリーズ LRGBフィルター 露出L（5分×41コマ＋10秒×21コマ）：RGB各（5×11） 総露出6時間13分30秒 PixInsightほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10S出力 撮影地／茨城県常陸太田市花立山（東葛星見隊，JAL）

▶ 3点合評 長尾さんの作品は，さんかく座の渦巻銀河M33を10.6cm F5鏡＋IR改造デジカメでとらえたものです．シャープでとても美しい作品ですが，それが，3.5分・3分・2.5分・2分と細かいピッチで段階露出をした画像からHDR処理をした効果ならではかどうかは判断できません．どのくらいの効果があるものなのでしょうか

丸川さんの作品は，f430mmとは思えないほどの高解像でM81とM82銀河をとらえていて驚異的です．ASI183MMの威力と，長時間露出，確かな画像処理技術の賜物でしょう．

大石さんの作品は，うお座にある1億光年かなたの楕円銀河NGC474（左上）をとらえたものです．長時間露出によって，幾重ものシェル構造が見える特異な銀河を見事にとらえています．過去に小さな銀河をいくつも吸収したときの衝撃の名残ではないかと考えられています．

NGC 474

大石友博（宮崎県宮崎市 65歳）

2019年11月22日（時刻不明，ほか5夜） 笠井トレーディングGINJI-250FN（D250mm f1250mm F5 ニュートン式反射） テレビュー パラコア（合成F5.8） タカハシEM-200 Temma2赤道儀 SX Lodestar＋PHDによるオフアキシス自動ガイド QHY9冷却CCDカメラ（−30℃） バーダープラネタリウムLRGBフィルター 露出L（15分×88コマ）：R（10×6）：G（10×6）：B（10×8） 総露出25時間20分 ステライメージ7ほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10S出力 撮影地／宮崎県田野町（みやざき星の会）

ビギナーの部

未入選から過去2回まで入選したことがある方が応募できます.
3回以上入選経験のある方は一般部門へご応募ください.

宙へ

池田晶子（東京都八王子市 61歳）

撮影日時記載漏れ シグマ14mm F1.4 DG HSM（絞りF1.8） キヤノンEOS 6D（RAW） 露出20秒 Photoshop CCで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10出力 撮影地／ニュージーランド・テカポ

► 5点合評　池田さんの作品は，ニュージーランド・テカポで撮影したものです．ルピナスを前景に，天の南極周りの大小マゼランや南十字，天の川を超広角レンズで一網打尽にしています．光害も活かしてメルヘンチックで素敵な作品に仕上げています．

海老澤さんの作品は，インドネシア・バリ島で撮影したものです．南緯8°の地ではオリオンが西の地平に垂直に近い角度で沈んでいくことがわかります．流れる雲が南の島らしい雰囲気を醸し出しています．

加藤さんの作品は，おおいぬ座の－1.5等星シリウスとその伴星（8.5等，角距離約11″），オリオン座の0.2等星リゲルとその伴星（8.4等，角距離約10″）をとらえたものです．伴星リゲルBはそれ自体が分光連星でもあります．

打木さんの作品は，ヒヤデス星団付近に見える淡い分子雲を135mm望遠レンズによる6時間超えの長時間露出でとらえたものです．かわったタイトルですが，ギリシア神話にある，牛に変えられたイオ（またはエウロペ）の苦しみを作品のテーマとして付けたものだそうです．

山崎さんの作品は，きりん座にある渦巻銀河をとらえたものです．メシエ番号が付いていないのが不思議なほどの明るさと視直径の銀河です．エクステンダーを取り付けた20cm F5.6鏡＋APSCサイズのデジカメで，発達した渦巻腕まで見事に写し出しています．

南緯8度のオリオン

海老澤文男
（東京都世田谷区 60歳）

2020年1月14日00時54分（現地時刻） Mズイコー デジタル ED 9-18mm F4.0-5.6（f9mm 絞りF4.0） オリンパ ス OM-D E-M1 MarkⅢ（ISO 250，JPEG） ライブコンポジットで露出43分 Photoshop CCで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-10S出力 撮影地／インドネシア・バリ島

シリウスB・リゲルB

加藤泰三（愛知県名古屋市 60歳）

シリウスB：2020年1月5日21時10分51秒 セレストロンC11（D280mm f2800mm F10 シュミット・カセ）UV-IRカットフィルター ビクセンアトラクス赤道儀（E-ZEUSⅡ改造）ZWO ASI 290MC CMOSカラーカメラ（ゲイン170）露出0.1秒×1000コマ（内50%をスタック）RegiStaxほかで画像処理 デジタルプリントサービス
リゲルB：2020年1月11日18時08分 ゲイン321 露出1秒×250コマ（内50%をスタック）ほか同上
撮影地／愛知県名古屋市（気ままに星空観望仲間）

貴女の苦しみ

打木陸雄（神奈川県鎌倉市 22歳）

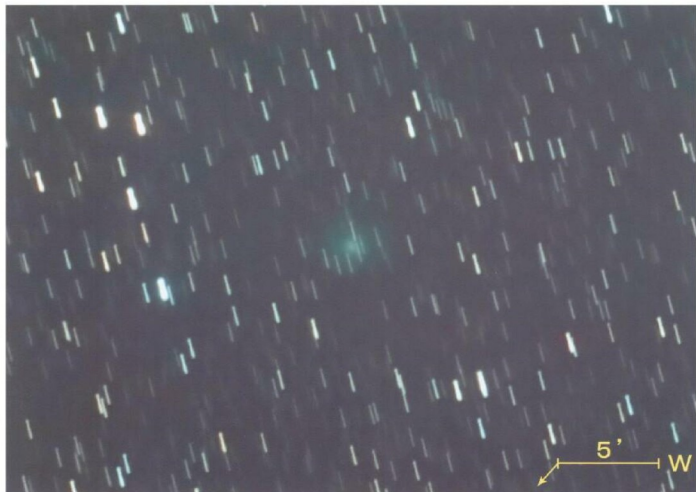
2019年12月28日19時07分20秒 シグマ135mm F1.8 DG HSM（絞りF2.8）タカハシEM-11 Temma2Jr.赤道儀 キヤノンEOS 6D（ISO 2500, WB/マニュアル, RAW）露出3分×130コマ 総露出6時間30分 Lightroomほかで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100S出力 撮影地／長野県王滝村・おんたけ2240スキー場（屋根裏天文舎）

NGC2403銀河

山崎 貴（宮城県仙台市 49歳）

2020年1月24日21時38分00秒 ビクセンR200SS（D200mm f800mm F4 ニュートン式反射）エクステンダーPH（合成F5.6）iOptron iEQ45PRO赤道儀 D50mm f200mmガイド鏡＋QHY5LⅡ-M＋PHD2による自動ガイド ペンタックスK-5ⅡS（ISO 3200, WB/昼光, RAW）露出6分×25コマ 総露出2時間30分 ステライメージ7ほかで画像処理 エプソンEP-806AW出力 撮影地／宮城県南三陸町神割崎（東北大学天文同好会OB会）

観測写真の部

天文現象をとらえた画像や，天体観測で得られた画像，また，とくに教育的効果をねらった作品をとりあげる部門です．

●岩本雅之さんが発見した新彗星

徳島県阿波市の岩本雅之さんが，岩本彗星（C/2013 E2），マックホルツ・藤川・岩本（C/2018 V1），岩本彗星（C/2018 Y1）に続き，2020年早々に発見した自身4つめの新彗星です．

岩本彗星（C/2020 A2）　山本憲行（神奈川県秦野市　70歳）

2020年1月22日05時09分52秒　ケンコー SE250（D250mm f1200mm F4.8 補正レンズ付ニュートン式反射）LPS-P2フィルター　ケンコー EQ6PRO赤道儀　キヤノンEOS RP（ISO 10000, JPEG）露出15秒×50コマ　総露出12分30秒　撮影地／山梨県忍野村（湘南天文同好会）

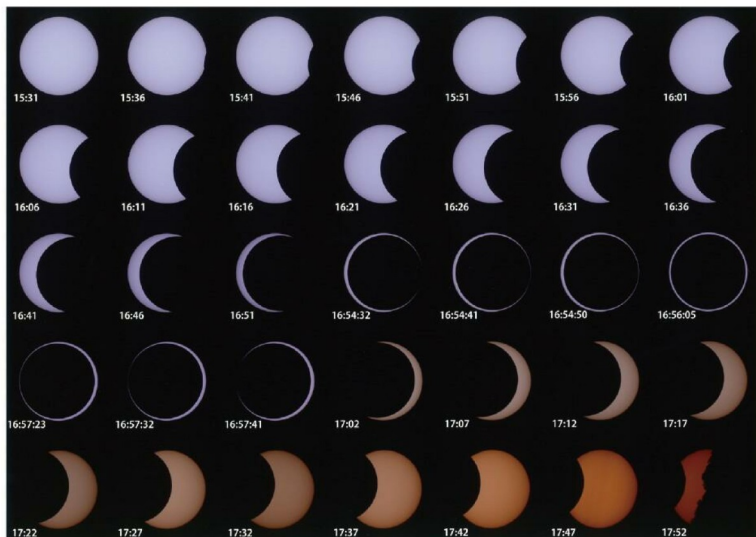
●準大接近へ向けて観測開始

火星が東の空に姿を見せ始め，10月6日の地球最接近（今回は準大接近）へ向けて観測が始まりました．4月号が発売されるころには火星はいて座にあって，木星・土星とともに夜明けの空に輝いています．惑星観測者は大忙しです！

火星

佐藤　司（岡山県笠岡市　64歳）

2020年1月19日05時56分48秒　中央光学35cm反射（D350mm f2100mm F6.0 ニュートン式反射）テレビュー パワーメイト4×（合成F31）UV-IRカットフィルター　アスコSE310PWS赤道儀　ZWO ASI 290MC CMOSカラーカメラ　露出4/1000秒で120秒間撮影した画像をスタック処理　RegiStaxほかで画像処理　キヤノンPIXUS MG8230出力　撮影地／岡山県井原市美星町・せとうち天文同好会観測所（せとうち天文同好会）

15:31 15:36 15:41 15:46 15:51 15:56 16:01
16:06 16:11 16:16 16:21 16:26 16:31 16:36
16:41 16:46 16:51 16:54:32 16:54:41 16:54:50 16:56:05
16:57:23 16:57:32 16:57:41 17:02 17:07 17:12 17:17
17:22 17:27 17:32 17:37 17:42 17:47 17:52

●年末年始の日食と月食

2019年12月26日にインドネシアなどを横切る細長い帯状の地域で見られた金環日食と，2020年1月11日の年明け最初の満月のときに見られた半影月食の様子です．半影月食は日本でも見られましたが，悪天候だった地域が多く残念でした．

上：金環日食

鶴見直樹（北海道空知郡南幌町 57歳）

2019年12月26日 各画像の撮影時刻は画像中にJSTで表示 トミーテックBORG71FL（D71mm f400mm F5.6 屈折）テレコンバーター（合成F7.9）自作アストロソーラーフィルター ケンコースカイメモSポータブル赤道儀 ルミックスDMC-G7（ISO 200，WB/オート，JPEG）露出1/1000～1/100秒 Photoshop CCで画像処理 キヤノンPIXUS PRO-100S出力 撮影地／グアム島タムニング地区（The FAN Club三川グループ）

右：半影月食

森本秀明（愛知県安城市 66歳）

2020年1月11日04時20分23秒 タカハシTSA-102（D102mm f816mm F8 屈折）フラットナー（合成F7.8）タカハシEM-200赤道儀 オリンパスOM-D E-M1 MarkⅡ（ISO 100，WB/太陽光，RAW）露出1/250秒 オリンパススペースワークスで画像処理 エプソンEP-804A出力 撮影地／愛知県安城市

COMET FILE
コメット・ファイル

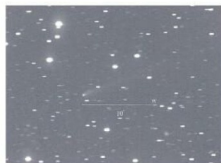
2I/ボリゾフ彗星
(2019 Q4)

柏木周二(大分県大分市 67歳)

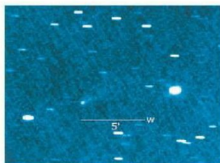
2019年12月28日04時25分 タカハシε-250(D250mm f854mm F3.4 アストログラフ)タカハシNJP赤道儀 キヤノンEOS 60D(セントラルDS冷却改造, ISO 3200, JPEG)露出2分×16コマ 撮影地／宮崎県延岡市鏡山(星の広場)※m1=14.5等

ASASSN彗星
(2018 N2)

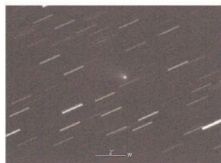
坂田雅道(群馬県館林市)

2020年1月1日18時53分09秒 タカハシε-350(D350mm f1248mm F3.57 アストログラフ)昭和機械25E赤道儀 SBIG ST-8E冷却CCDカメラ 露出1分×27コマ 撮影地／群馬県桐生市

シューメーカ第3周期彗星
(155P)

坂田雅道(群馬県館林市)

2020年1月2日01時53分40秒 タカハシε-350(D350mm f1248mm F3.57 アストログラフ)昭和機械25E赤道儀 SBIG ST-8E冷却CCDカメラ 露出1分×39コマ 撮影地／群馬県桐生市

シューメーカ第3周期彗星
(155P)

大島雄二(長野県長野市 60歳)

2020年1月6日04時11分46秒 オライオン(D300mm f1380mm F4.6 コマコレクター付ニュートン式反射)タカハシNJP Temma PC赤道儀 SBIG STL-11000M冷却CCDカメラ 露出1分×60コマ 擬似カラー処理 撮影地／長野県長野市(十日町星の会)※m1=15.7等

ワイズマン・スキッフ周期彗星
(114P)

新井康之(東京都板橋区 65歳)

2020年1月21日20時51分57秒 アスコSE 310 PWS(D310mm f1800mm F5.8 ニュートン式反射)アスコSE310PWS赤道儀 キヤノンEOS kiss X7(ISO 1600, RAW)露出2分×30コマ 撮影地／山梨県北杜市・赤色巨星天体観測所

PANSTARRS彗星(2017 T2)と二重星団
三本松尚雄(福島県いわき市 53歳)

2020年1月29日21時11分 タカハシε-130D(D130mm f430mm F3.3 アストログラフ)タカハシEM-100赤道儀 キヤノンEOS 6D(HKIR改造, ISO 1600, RAW)露出6分×2コマ 撮影地／福島県いわき市(いわき天文同好会)

読者の天体写真
最優秀作品
入選者の声
2020.APR.

オリオン大星雲

草野敬紀（佐賀県・48歳）

作品について

古くから天文ファンを魅了し続けるオリオン大星雲．今まで多くの名手によって作品が発表されてきました．この星雲の特徴として，中心部と周囲との輝度差がとても大きいことが挙げられます．銀塩写真時代には中心部が真っ白に飛んでしまうのが普通でした．デジタル写真時代になり，段階露出とHDR合成によって中心部のトラペジウムから周囲の淡い分子雲まで諧調豊かに表現することが可能になりました．

私は日食のコロナ画像で培ったHDR合成技術と，月・惑星写真で用いられるディテール抽出法を応用し，約1年前より星雲や銀河の高解像度撮影に挑戦し作品を発表してきました．最初に選んだ対象もオリオン大星雲でしたが，この1年間の集大成として段階露出に10分露出の画像も加えて再度撮り直したのがこの作品です．

トラペジウム付近の拡大画像を示します．矢印の先端にある黒い点は，原始惑星系円盤がシルエットとして写っているものと思われます．また，恒星風と星間物質との境界にできるバウショック（Bow shock）も見て取ることができます．

矢印の先にある黒い点は，原始惑星系円盤がシルエットとして写っているものと思われます．

薬剤師として，地域医療に携わっています．

撮影と画像処理について

4夜にわたって，15秒，1分，5分，10分の4段階の露出を行ない，総露出時間は677分30秒になりました．その中からシーイングの関係で像の甘い画像とガイド不良の画像を除外したため，最終的に使用したのは464分間分の画像となりました．各段階露出ごとにCCD Stack2でコンポジットを行ない，LRGB合成でカラー化した後，PhotoshopCCでHDR合成処理を行ないました．その後，ウェーブレット処理でディテールを抽出し，Nik Collection, Camera Rawフィルターなどでレタッチを行なっています．

今後の目標

この1年で画像処理技術も進歩しましたが，最近話題のTopaz Denoise AIなど新しいソフトも出てきましたので，さらに研究を続けたいと思います．過去の常識を超える表現を目指していきます．

謝辞

いつも励ましや助言をいただいておりますFB友の皆様，とくに画像中に写っている天体の検証作業に協力していただきました渡辺真一氏に深謝いたします．そして，撮影に出かける私を温かく送り出してくれる家族に心から感謝いたします．

星のある場所

作・森 雅之

「ベテルギウス」

「オリオン座のベテルギウス，超新星爆発か？」
というニュースを読んで，びっくりしている子どもがいます．
オリオン座が大好きなので，
あの形が変わるなんて，
冬の大三角がなくなるなんて，
と心配でたまりません．
「正しいこと」が変わってしまうように思われて，
不安でたまりません．
それで塾の帰り道，空にいつものオリオンを見つけては，ホッとしているのです．
そういう人も，いるのです．

月刊天文ガイド電子版
動画コンテンツ

天文ガイド電子版では毎号，星空動画を紹介します．
動画のサムネイル上をクリックすると，動画再生がスタートします．

今月は日光白根山でとらえたモーションタイムラプス動画です．

日光白根山のモーションタイムラプス動画

天文ガイド2019年11月号の特集記事でモーションタイムラプス動画の撮影方法を紹介いただいた須永 閑さんによる，
日光白根山とその周辺で撮影したタイムラプス動画です．
スライダーを用いてモーションタイムラプスムービーを撮影していますが，天候が安定せず強風に悩まされました．
山頂や稜線でスライダーを使う際は，風に耐えられる丈夫な機材を用意すること，風の当たらない場所を選んで撮影するなど，風防対策が必要です．

撮影：須永 閑

シグマArt 14-24mm F2.8 DG DN，シグマArt 35mm F1.2 DG DN，
ソニー FE 70-200mm F4 G OSS　ソニーα7RⅢ×2台　Syrp Genie 2 Linear，Genie miniモーションコントローラー

2020年3月5日発行・発売（毎月5日発行・発売） 第56巻4号 通巻674号